SHOUT
SHARE
IT

BRIT. MUS. (N.H.)
BOTANY

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY BRANCH

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT
L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

TOME III

PARIS
LIBRAIRIE DE G. MASSON
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1876

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

RECHERCHES
SUR
LA FRUCTIFICATION DE QUELQUES VÉGÉTAUX
PROVENANT DES GISEMENTS SILICIFIÉS D'AUTUN ET DE SAINT-ÉTIENNE

Par M. B. RENAULT.

PREMIÈRE PARTIE.

FRUCTIFICATIONS DES *Zygopteris*.

Le genre *Zygopteris*, établi par Corda sur des échantillons signalés pour la première fois par Cotta, est actuellement assez bien connu des paléontologistes ; les pétioles en ont été décrits par Cotta (1), et j'ai fait connaître de mon côté, dans les *Annales des sciences naturelles* (2), la structure détaillée de la tige et de plusieurs pétioles appartenant à différentes espèces. Mais il manquait à la connaissance complète de cette plante curieuse celle des feuilles et des fructifications ; je crois pouvoir aujourd'hui combler cette lacune.

Dans les magma siliceux de Saint-Étienne on rencontre quelquefois des agglomérations d'organes capsulaires allongés, légèrement arqués, presque réniformes, de $2^{mm},5$ à 3 millim. de longueur, et de 1 millim. à $1^{mm},3$ environ de diamètre, fixés par leur extrémité à de petits pédicelles très-courts, réunis eux-mêmes au nombre de 3 à 8 en petits bouquets sur un support commun également très-court.

---

(1) *Dendrolithen*, p. 19.
(2) 5ᵉ série, t. XII.

Détachés de leur support primitif, ces bouquets forment des amas assez considérables; une coupe, passant par l'un d'eux, rencontre les organes dans toutes les directions possibles; son examen m'a fourni les détails suivants :

La coupe transversale de l'une de ces capsules est de forme circulaire. Les parois sont formées d'un seul rang de cellules à section presque rectangulaire; aux deux extrémités d'un même diamètre on remarque deux renflements formés par des cellules à parois plus épaisses, de dimensions plus considérables, dont le grand axe est perpendiculaire à la surface de la capsule : ces renflements existent depuis la base amincie jusqu'au sommet, et proviennent d'un anneau élastique qui fait sensiblement le tour de la capsule.

A l'intérieur, on remarque une membrane détachée de la paroi formant une sorte de sac rempli de nombreux corpuscules ou spores. Ce sac constitue un véritable sporange. Les spores sont formées d'une première enveloppe transparente régulièrement sphérique, dans laquelle on aperçoit une deuxième enveloppe à surface plissée et d'une teinte plus foncée.

J'ai dit plus haut que la capsule était légèrement arquée. Une section passant dans le plan de cette courbure montre que les parois se composent d'un seul rang de cellules, plus longues que larges, et qui se rétrécissent de plus en plus à mesure que l'on approche de la base du sporange, où elles deviennent presque fibreuses. Si la section passe par le plan médian du sporange, elle ne rencontre l'anneau élastique ni dans la partie convexe, ni dans la partie concave; mais, si la section est faite perpendiculairement à cette première direction, elle rencontre les cellules de l'anneau dans toute son étendue. On doit donc conclure que les deux bandes élastiques qui s'élèvent de la base pour atteindre le sommet occupent les deux côtés du sporange placés entre les courbures.

Cette disposition de l'anneau élastique diffère de celle que j'ai décrite (1) dans ma note sur les *Botryopteris*. Dans ce genre, la bande élastique est unique en effet, et s'élève obliquement de la base au sommet.

Ce n'est pas la seule différence que présentent ces deux modes de fructification, dont le groupement est cependant analogue. La longueur des capsules du genre que je décris aujourd'hui est de 2^{mm},5 à 3 millim., tandis que celle des *Botryopteris* atteint seulement 1^{mm},5 à 2 millim.; les pédicelles qui les supportent sont plus allongés dans les premières que dans les secondes, et les spores sont trois à quatre fois plus volumineuses. De plus, il est impossible de confondre les capsules piriformes des *Botryopteris* avec les sporanges arqués des *Zygopteris*. Malgré les nombreuses coupes que j'ai pu faire dans ces groupes de fructification, je n'ai rencontré d'autre forme de pétiole que celle dont une coupe est représentée (pl. 1, fig. 4 *bis*). Sa partie vasculaire est à peu près cylindrique, et il m'aurait été impossible de reconnaître son origine et de rapporter ces fructifications à quelque genre fossile connu, si à leur contact ne s'étaient trouvés quelques pétioles de *Zygopteris*. On sait que de chaque extrémité de l'|—| qui figure la section du faisceau vasculaire de ces pétioles partent alternativement, à droite et à gauche, deux faisceaux vasculaires à section circulaire ou elliptique fort différents de la forme de l'|—| du faisceau du rachis. Dans les pétioles de *Zygopteris* j'ai signalé la présence de tubes à gomme formés par des cellules superposées. Ces tubes se retrouvent dans les petits pétioles qui parcourent les fructifications décrites plus haut, et forment un cercle autour du faisceau vasculaire central.

Je rapporte donc avec une très-grande probabilité les fructifications réniformes précédentes à celles des *Zygopteris*, qui appartiendraient ainsi à la même famille que les *Botryopteris*.

---

(1) *Annales des sciences naturelles*, 6e série, t. Ier.

Peut-être les *Anachoropteris* viendront-ils se placer également à côté de ces deux genres. La connaissance de leur fructification pourra seulement décider si cette hypothèse est fondée.

Dans son grand travail sur la *Flore carbonifère du département de la Loire*, M. Grand'Eury figure et décrit une espèce particulière de *Schizopteris* à laquelle il donne le nom de *Schizopteris pinnata*. Les pinnules, d'une forme particulière, charnues, profondément incisées et laciniées, offrent comme disposition la plus parfaite analogie avec des groupes de fructification également pinnés, désignés par le même savant sous le nom de *Androstachys*. Les figures 12 et 14, pl. 1, montrent en effet la grande ressemblance qui existe entre la fronde stérile et la fronde fructifiée.

Si maintenant on examine chacun des groupes de capsules de ces deux types, leur mode d'attache, leur grandeur, leur forme arquée et la disposition même de l'anneau, dont on distingue des traces sur l'empreinte, on reconnaît une telle analogie avec ce que j'ai décrit plus haut, qu'il est impossible de ne pas reconnaître l'identité spécifique des fructifications silicifiées avec les empreintes d'*Androstachys* fossiles. Nous arrivons donc naturellement à cette conclusion, que certaines formes de *Schizopteris* (*Schiz. pinnata*) sont les frondes pinnées, quelquefois fructifiées (*Androstachys*) des *Zygopteris*, dont on ne connaissait que les pétioles et la tige. Cette Fougère se trouve ainsi étudiée et connue dans toutes ses parties, et son histoire jette quelque lumière sur le groupe jusqu'ici si obscur des *Schizopteris*.

SECONDE PARTIE.

Fructifications de *Bruckmannia*, de *Volkmannia* et de *Macrostachya*.

Les fructifications spiciformes ont attiré depuis longtemps l'attention des paléontologistes; aussi les collections particulières et publiques renferment-elles un grand nombre de ces épis à l'état d'empreintes.

Les unes, offrant l'aspect général et la conformation des épis des Lycopodiacées, désignées sous le nom de *Lepidostrobus* (Brongn.), n'ont soulevé aucun doute sur leur attribution ; tous les paléontologistes sont actuellement d'accord pour les rapporter à des Lycopodes arborescents de la période houillère.

Les autres, en général de dimensions plus petites, d'aspect équisétiforme, plus variées d'organisation, présentent beaucoup plus d'incertitudes quant à leur origine. Les quelques fragments dont la description se trouvera plus loin appartiennent à cette dernière catégorie.

Les principales formes ont été désignées, comme on sait, sous les noms de *Bruckmannia* (Sternberg), *Volkmannia* (Sternberg), *Huttonia* (Sternberg), *Macrostachya* (Schimper), *Cingularia* (Weiss).

Le *Bowmanites* (Binney) doit être regardé comme une fructification de Lycopodiacée plutôt que de Calamariée.

M. Ottocar Feismanthel pense que :

1° Les *Bruckmannia* sont les épis fructifiés des *Annularia :* « en cela il est d'accord avec la plupart des savants. Mais, comme nous le verrons plus loin, il est probable que sous le nom de *Bruckmannia* on a compris d'autres fructifications que celles d'*Annularia* ».

2° Que les *Volkmannia* sont les épis d'*Asterophyllites ;* enfin, que les *Huttonia* appartiennent aux Calamites.

Dans un travail publié par M. Weiss (de Berlin) (1), ce botaniste, se basant sur la structure des épis et le mode d'attache des sporanges, admet six types différents de fructifications :

Equisetum,
Annularia,
Calamostachys,
Macrostachya (*Huttonia*),
Cingularia,
Asterophyllites (*Volkmannia*).

1° Dans le type *Equisetum*, on sait que les sporanges, en nombre variable, sont placés circulairement sous l'extrémité peltée des sporangiophores disposés en verticilles sur l'axe de l'épi, et qu'il n'y a aucun verticille stérile foliacé entre les verticilles fertiles des sporanges.

---

(1) *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1873.

2° Dans le type *Annularia*, chaque verticille fertile se trouve séparé par un verticille stérile; le sporange *unique* serait porté à l'extrémité d'un sporangiophore de forme triangulaire et partant de l'axe, immédiatement au-dessous des bractées du verticille stérile.

3° Dans les *Calamostachys*, le verticille fertile est formé de sporangiophores s'élevant perpendiculairement du milieu de l'intervalle qui sépare deux verticilles stériles; l'extrémité peltée de chaque sporangiophore porte quatre sporanges.

4° Les *Macrostachya* (*Huttonia*) offrent des sporangiophores partant de l'aisselle des bractées stériles; mais l'échantillon unique examiné par M. Weiss, et qui ressemble à l'*Huttonia carinata*, ne lui a pas permis de déterminer la nature des sporanges.

5° Le verticille fertile des *Cingularia* est composé de lames cunéiformes insérées au même niveau que le verticille stérile et au-dessus. Le verticille stérile forme un disque dentelé sur ses bords. Chaque lame du verticille fertile est au contraire profondément incisée, et chacune des incisions porte, l'un à la suite de l'autre, dans le sens du rayon, deux sporanges séparés par un sillon.

6° Les sporanges des *Asterophyllites* sont de formes ovoïdes et placés à l'aisselle des bractées composant les verticilles stériles. Dans ce groupe rentreraient les *Volkmannia* et les *Sphenophyllum*. Telles seraient, d'après le savant allemand, les principales dispositions offertes par les épis équisétiformes.

Le type *Equisetum* n'a été rencontré jusqu'ici, pendant la période houillère, ni à l'état d'empreinte, ni à l'état pétrifié. La forme de fructification rappelée plus haut, et que M. Weiss propose comme type de celle des *Annularia*, n'est pas la seule que nous présente ce groupe de végétaux. En effet, les *Bruckmannia tuberculata*, regardés généralement comme les épis fructifiés de l'*Annularia longifolia*, présentent la disposition désignée par M. Weiss sous le nom de *Calamostachys*, et que MM. Ludwig, Binney, Carruthers, Williamson, ont signalée dans ses points généraux sur les nombreux épis pétrifiés que ces savants ont étudiés. Les fructifications des *Annularia* ne peuvent donc pas être représentées par un type unique.

D'un autre côté, des épis très-analogues aux *Bruckmannia tuberculata*, comme disposition des sporanges et comme dimensions, doivent en être distingués, comme je l'indiquerai plus loin, après l'examen détaillé de certains épis silicifiés découverts à Saint-Étienne.

La disposition des sporanges sur un pédicelle pelté partant de l'aisselle des bractées appartiendrait plutôt aux *Volkmannia* qu'aux *Macrostachya*, si deux épis silicifiés venant d'Autun sont bien des épis dont le *Volkmannia gracilis* (Sternberg) serait le type.

Enfin, un fragment de fructification que l'on peut rapporter à l'*Equisetites infundibuliformis* donne quelques détails sur la structure des épis de *Macrostachya*.

Quant aux fructifications de *Sphenophyllum*, je n'en ai pas encore trouvé dans les nombreux fragments silicifiés que j'ai eu occasion d'examiner. A plusieurs reprises j'ai rencontré des rameaux portant leurs feuilles insérées aux articulations, mais sans trace de fructification.

Par ce qui précède on voit donc qu'il est difficile d'établir une classification définitive; ce n'est que par la minutieuse comparaison des empreintes et des épis pétrifiés, malheureusement encore trop peu nombreux, qu'on peut espérer jeter quelque lumière sur ce point si intéressant de la paléontologie végétale. Je conserverai donc les anciennes dénominations désignant plutôt des formes de fructification que des genres précis et déterminés.

La forme d'épi la mieux connue est celle dans laquelle les sporangiophores sont insérés perpendiculairement à l'axe de l'épi, au milieu des entre-nœuds. En effet, en 1865, Rud. Ludwig, sous le titre de *Calamiten Früchte* (1), a décrit des épis de 6 à 8 centimètres de longueur, disposés en panicules cylindriques et terminés en pointe, et dont les verticilles stériles, sous forme de bractées alternantes, sont distants de $3^{mm},5$. Ces bractées alternantes, au nombre de dix, présentent une côte médiane, et ne dépassent pas, lorsqu'elles sont redressées, la hauteur d'un entre-nœud. Les sporanges, au nombre de quatre, sont fixés à cinq sporangiophores peltés et disposés en verticille.

---

(1) *Palæontographia*, vol. X.

M. Binney, de son côté, a décrit (1) avec de nombreux détails de petits épis en forme de chatons, à peine longs d'un centimètre. Les bractées stériles imbriquées qui les constituent, après avoir formé une sorte de plancher horizontal, se relèvent verticalement et dépassent un peu la longueur de l'entre-nœud ; elles sont au nombre de douze : six sporangiophores peltés et verticillés supportent chacun quatre sporanges. D'après M. Schimper, ces épis peuvent être considérés comme appartenant à l'*Annularia longifolia*.

Vers la même époque, M. Carruthers (2) a fait connaître la structure d'épis présentant la même disposition que ceux décrits par M. Ludwig et M. Binney. Dans la plante décrite par M. Carruthers, le nombre des sporangiophores peltés qui compose les verticilles fertiles est de cinq. Chacun des sporangiophores porte quatre sporanges, dans lesquels M. Carruthers a cru reconnaître des spores munies d'élatères ! Mais ne serait-ce pas plutôt les débris de la cellule mère, dans laquelle les spores se seraient formées ? Ici la distance des verticilles stériles est d'environ 3 à 4 millimètres, et le nombre des bractées double de celui des sporangiophores. Ces épis ne diffèrent donc pas sensiblement de ceux décrits par Ludwig, et paraissent appartenir, soit au *Calamites communis* (Ettingshausen), soit au *Calamocladus longifolius* (Schimper).

M. Williamson a publié en 1869, dans les *Mémoires de la Société littéraire et philosophique de Manchester* (3), une nouvelle forme de strobile de Calamite. La figure de l'épi restauré qu'il donne montre que les sporangiophores, au nombre de vingt, partent non plus de l'axe, mais qu'ils en sont éloignés et portés sur des bractées stériles soudées entre elles.

---

(1) *London Paleont. Soc.*, 1868.

(2) *Journal of Botany*, décembre 1867.

(3) Vol. IV, 3ᵉ série.

Il est à regretter que la conservation de l'échantillon n'ait pas permis à M. Williamson d'observer plus complétement les détails de ce curieux strobile ; car, tel qu'il est décrit, il ne me paraît pas devoir se ranger à côté des précédents.

Le *Volkmannia Dawsoni*, étudié par le même savant dans le cinquième volume (1), offre une disposition tout autre : ici les bractées stériles sont libres, roides, aiguës, s'écartant obliquement de l'axe presque en ligne droite ; de leur aisselle s'élevaient les sporangiophores auxquels étaient fixés les sporanges disposés en série radiale en nombre variable. Malheureusement on ne sait pas bien comment les sporanges étaient attachés.

On voit, par le résumé succinct qui précède que, si l'on connaît assez bien la structure des *Bruckmannia*, il n'en est pas de même des autres types.

Les épis que je vais décrire peuvent être considérés comme faisant partie des types suivants : *Bruckmannia*, *Volkmannia* et *Equisetites infundibuliformis*.

1° *Bruckmannia Grand'Euryi* (2). — Ces épis proviennent de magmas silicifiés recueillis près de Saint-Étienne par M. Grand'-Eury. Noyés dans la silice, leur surface extérieure n'a pu donner la forme exacte des bractées, dont on ne peut reconnaître la disposition qu'au moyen de coupes transversales ; par conséquent, leur assimilation à des empreintes connues devient difficile. Cependant j'ai rencontré des empreintes recueillies à Saint-Étienne, et qui ne laissent guère de doutes sur leur identité spécifique avec les premières, à cause de certains détails que je signalerai dans les épis fossiles.

Ces épis sont cylindriques ; leur longueur totale est inconnue, mais elle paraît avoir été considérable ; leur diamètre extérieur est de 11 à 12 millimètres; celui de l'axe est de 2^{mm},5 à 3 millimètres. La distance des verticilles stériles entre eux est de 5^{mm},5.

---

(1) 3e série du même recueil, 1870-1871.

(2) Les préparations de ce *Bruckmannia* sont conservées au Muséum, ainsi que celles de l'une des espèces de *Volkmannia* décrites dans ce mémoire, le *Volkmannia gracilis*.

Ce genre m'a offert deux espèces différant entre elles par le nombre des éléments qui entrent dans la constitution des verticilles stériles et fertiles.

L'axe est formé d'un cylindre ligneux assez épais (1) composé de fibres rayées en série radiale, surtout aux articulations. La partie centrale du cylindre est occupée par une moelle *continue* dont les cellules, plus hautes que larges, sont disposées par files verticales, et la tige n'est pas cloisonnée aux articulations.

Sur une coupe transversale, le cercle ligneux, épais de 0^{mm},3 à 0^{mm},6 aux articulations, montre autour de la moelle et à la hauteur d'un nœud une série de lacunes en même nombre que les sporangiophores.

Dans l'une des espèces (le *Bruckmannia Grand'Euryi*) le verticille stérile se compose de 36 bractées, et le verticille fertile de 18 sporangiophores, tandis que dans l'autre (le *Bruckmannia Decaisnei*) on compte 24 bractées stériles et 12 sporangiophores.

Dans ces deux espèces, les bractées stériles s'éloignent horizontalement à peu près à 2^{mm},5 de la surface extérieure de l'axe et se redressent ensuite. Les bractées fibreuses intérieurement sont parcourues par un faisceau vasculaire qui en occupe la partie inférieure et médiane; une coupe transversale de la portion horizontale de la bractée donne une figure plan-convexe, la portion convexe étant en dessous. La partie fibreuse de la bractée dépassait, en se relevant, le milieu de l'entre-nœud; mais cette partie fibreuse paraît avoir été recouverte par un tissu cellulaire moins résistant, dont on retrouve souvent les traces, et qui me paraît s'être continuée sur environ 2 centimètres, de façon à atteindre le haut du deuxième entre-nœud supérieur. Autour de plusieurs des épis j'ai rencontré de nombreux débris de ces extrémités, qui, sur une coupe transversale

---

(1) Ce cylindre est plus épais que celui que j'ai indiqué dans le *Bruckmannia tuberculata* (*Ann. sc. nat.*, 5^{e} série, t. XVIII).

(fig. 9 et 10, pl. 4), montrent une section arrondie du côté de la face extérieure; les bords, relevés de chaque côté de la bractée, forment deux gouttières longitudinales le long de la nervure médiane saillante occupée au centre par des cellules allongées dans le sens de la longueur de la bractée. A droite et à gauche de cette nervure, le tissu est formé essentiellement de cellules allongées dans le sens transversal; le grand axe est perpendiculaire à la nervure médiane, et elles sont rangées parallèlement au limbe de la bractée, dont la surface est recouverte par un épiderme très-régulier. A la maturité de l'épi, cette partie cellulaire de la bractée devait probablement se séparer de la partie fibreuse qui, du reste, paraît elle-même avoir dû se désarticuler. La partie cellulaire forme au-dessous de la partie fibreuse un plancher continu horizontal, d'où émanent verticalement et en forme de lames rayonnantes des prolongements qui s'étendent au delà des sporangiophores placés au-dessous : 18 dans l'une des espèces, 12 dans l'autre. Ces lames rayonnantes, qui dépassent peu les sporangiophores, ne paraissent pas s'être soudées, du moins à la maturité, au verticille stérile inférieur.

C'est dans l'intervalle laissé entre elles par ces lames que se trouvent logés les sporanges.

Les sporangiophores, dont l'axe fibreux est parcouru en dessus par un faisceau de trachées, se terminent par une lame cellulaire verticale soudée aux diaphragmes cellulaires qu'elle recouvre entièrement, et qui s'étend jusqu'aux bractées du verticille stérile supérieur. Les cellules qui forment cette couche sont à parois épaisses allongées perpendiculairement à sa surface, et paraissent avoir joué le rôle de tissu élastique; cette couche est plus épaisse et plus solide là où elle se soude aux sporangiophores.

J'ai dit que le sporangiophore était parcouru en dessus par un faisceau vasculaire de *trachées*. Ce faisceau, avant d'atteindre l'extrémité de l'organe, se sépare en deux branches horizontales très-courtes, qui se subdivisent ensuite chacune verticalement en deux branches; ces quatre faisceaux s'arrêtent à la base des sporanges, qui sont ainsi placés par paires de chaque côté de la cloison qui réunit le sporangiophore au verticille supérieur.

Cette disposition par paires de chaque côté de la membrane cellulaire indique que le verticille fertile, dont les éléments sont moitié moindres en nombre que ceux du verticille stérile, se compose, en réalité, d'un nombre égal de sporangiophores soudés deux à deux.

Dans la figure 8, pl. 4, on peut voir quatre de ces sporanges dont il ne reste plus que les membranes déchirées du côté de leur support, encore inclus entre les lames cellulaires, et dont les spores se sont échappées. Celles-ci, comme celles de nos végétaux actuels, se formaient quatre par quatre dans des cellules mères renfermées dans les sporanges. La figure 7, pl. 3, montre plusieurs de ces cellules mères.

A l'époque de la maturité, l'enveloppe du sporange se déchirait, et les diaphragmes cellulaires, dont les bords extérieurs étaient sans doute tirés en même temps que les sporangiophores de bas en haut par la lame élastique, en s'écartant, laissaient échapper les spores, qui pouvaient se disséminer librement, les bractées étant alors, en effet, débarrassées de la portion cellulaire qui les surmontait.

En examinant les empreintes d'épis longs de 12 à 15 centimètres provenant de Saint-Étienne, et dont l'aspect rappelait ceux des *Bruckmannia tuberculata*, au point qu'on aurait pu les confondre, j'ai pu distinguer, au-dessus de chaque sporangiophore, une lame qui allait rejoindre le verticille stérile supérieur ; le bord extérieur et plus épais de ce diaphragme vertical partait de l'une des bractées, en se dirigeant vers l'extrémité des sporangiophores, où elle se terminait au-dessous sous la forme d'un onglet recourbé ; les sporangiophores, au lieu d'être perpendiculaires à l'axe de l'épi, étaient obliques, comme s'ils avaient été tirés de bas en haut à leur extrémité. Dans les échantillons que j'ai pu examiner, les sporanges étaient tombés ; leur présence, sans cette circonstance, aurait plus ou moins masqué les détails de structure que je viens de faire connaître.

Quant aux bractées stériles, elles avaient perdu les appendices cellulaires dont j'ai parlé à propos de l'épi silicifié.

Je considère cette empreinte comme spécifiquement identique avec le *Bruckmannia Grand'Euryi*.

2° *Volkmannia* (Sternberg). — L'étude de ce genre de fructification a été faite d'après deux fragments, dont l'un correspond au sommet, et l'autre à une portion médiane de l'épi. Ces deux échantillons n'appartenaient cependant pas à la même espèce, mais certainement à la même forme de fructification.

Tous les deux ont été trouvés dans les gisements silicifiés d'Autun : le premier, inclus dans un magma siliceux, ne m'a pas laissé reconnaître la forme des bractées stériles ; le second, au contraire, isolé, m'a permis de voir et de dessiner la forme extérieure de l'épi sur une petite étendue.

Première espèce (*Volkmannia gracilis*). — Le sommet de l'axe de cet épi, terminé en cône peu élevé, est recouvert par les derniers verticilles de bractées stériles, qui, en se réunissant, donnent à l'extrémité une forme arrondie.

Le diamètre de l'axe est de 2^{mm},5 environ. Sa partie ligneuse, formée de fibres allongées rayées, constitue un cylindre entourant une moelle composée de cellules un peu plus hautes que larges, disposées sans interruption par files verticales aux articulations, dépourvues par conséquent de cloisons transversales.

Le cylindre ligneux est parcouru, dans le sens de la longueur, par des lacunes dont le nombre paraît correspondre à celui des sporangiophores.

L'axe porte alternativement des verticilles stériles et des verticilles fertiles. Les premiers, distants de 2 millimètres, se composent de 20 bractées qui s'éloignent horizontalement de leur point d'insertion en se courbant un peu ; puis elles se relèvent à une distance de 1^{mm},5 de l'axe pour atteindre une longueur verticale de 4 à 5 millimètres, dépassant ainsi de beaucoup l'entre-nœud supérieur. La partie de la bractée, là où celle-ci se redresse, est renflée et se prolonge en dessous en forme d'onglet plus ou moins saillant dans l'entre-nœud inférieur.

Une coupe transversale des bractées dans la partie où elles forment un plancher horizontal montre qu'elles sont planes en dessus, mais parcourues en dessous par une côte saillante formée par un faisceau vasculaire. Ces bractées se joignent en dessus par leurs bords, mais sans se souder, comme cela arrive dans les *Bruckmannia;* leurs sections transversales, à différentes hauteurs, sont d'abord elliptiques, le petit axe de l'ellipse étant dirigé suivant le rayon ; un peu plus haut une légère saillie se montre sur la face intérieure, et en même temps, de chaque côté de cette saillie, la surface de la bractée devient concave, la face extérieure reste convexe ; un peu plus haut encore la section redevient elliptique, puis enfin circulaire ; la bractée est donc subulée dans la partie relevée, et diminue de largeur à peu près régulièrement de la base au sommet, terminé en pointe.

A l'aisselle des bractées, et de deux en deux sur un même verticille, s'insèrent les sporangiophores : ceux-ci s'élèvent obliquement en s'écartant de l'axe ; leur extrémité se dilate en forme de disque épais, sous les bords desquels, parallèlement aux sporangiophores, sont disposés quatre sporanges ovoïdes dont la pointe regarde le côté de l'axe.

Leur longueur est de $0^{mm},7$, et leur diamètre $0^{mm},3$. Leur enveloppe paraît formée d'une seule couche de cellules renfermant des granulations sphériques très-petites dans l'échantillon que j'ai sous les yeux, soit parce que les spores sont très-jeunes, soit parce qu'elles sont prises au sommet de l'épi.

La section transversale du sporangiophore est circulaire ; le centre est parcouru par un faisceau vasculaire qui se divise en quatre branches dans la partie charnue du disque, et se distribue ensuite sous chacun des quatre sporanges dont la base est plongée dans le tissu du disque.

Deuxième espèce (*Asterophyllites equisetiformis*). — Le deuxième échantillon appartient, ainsi que je viens de le dire, à une autre espèce et à la région moyenne d'un épi, au lieu d'en être l'extrémité, comme le précédent. Sa surface non engagée dans la silice présentait quelques bractées assez bien conservées. Celles-ci sont droites dans la partie verticale, longues de 7 à 8 millimètres sur 1^{mm},5 de large, et en contact par leurs bords à la partie inférieure ; au tiers de leur hauteur, la largeur diminue régulièrement jusqu'à l'extrémité, terminée en pointe aiguë qui atteint presque la deuxième articulation située au-dessus. Leurs sections transversales présentent les mêmes variations de forme que celles que j'ai signalées précédemment pour la première espèce.

Le diamètre total de l'épi, qui est cylindrique, mesure 2 centimètres, celui de l'axe est de 5 millimètres.

La longueur des sporanges, qui sont comprimés sur leurs faces latérales et arrondis sur les autres côtés, est de 4 à 5 millimètres.

La distance des verticilles stériles est de 4^{mm},5. Ce verticille stérile se compose de 28 bractées qui s'éloignent de l'axe en se recourbant légèrement, puis qui se relèvent verticalement après s'être renflées à la partie coudée et avoir envoyé un court prolongement dans l'entre-nœud inférieur.

Le nombre des sporangiophores est de 14, et partent de l'aisselle des bractées stériles de deux en deux. Ils se dirigent obliquement en s'éloignant de l'axe ; leur extrémité ne m'a offert aucun renflement discoïde, soit que ce renflement charnu ait servi au développement des sporanges, soit qu'il ait disparu par la silicification. Quoi qu'il en soit, les sporanges sont disposés par quatre autour du sporangiophore : deux au-dessus, deux au-dessous. Les spores sont plus grosses que dans l'échantillon précédent, puisqu'elles ont probablement atteint tout leur développement.

Les épis fructifiés dont les empreintes pourraient se rapporter aux deux échantillons silicifiés que je viens de décrire sont assez peu nombreux. Le type en serait offert peut-être par le *Volkmannia gracilis* (Sternb.), qu'on ne peut ranger, à cause du nombre et de la forme des bractées, à côté du *Calamostachys typica* de M. Schimper, espèce pétrifiée décrite par Ludwig (*loc. cit.*), mais dont les bractées sont plus larges et moins nombreuses ; ou bien encore par le *Calamostachys Calamitis* *foliosi* (Schimper), dont voici la diagnose donnée par ce savant : « Spicis cent. 9-10 metientibus exacte cylindricis, diametro cent. 1, bracteis angustis numero circa 20. »

Les grandes espèces de *Volkmannia gracilis* seraient plus voisines des échantillons silicifiés, notamment de la première espèce de *Volkmannia* décrite, que le *Calamostachys Calamitis foliosi;* ce dernier, du reste, appartient à une formation houillère plus ancienne que celle d'Autun.

Une empreinte d'épi fructifié, adressée récemment au Muséum d'histoire naturelle par M. Grand'Eury, et rapportée par ce savant à l'*Asterophyllites equisetiformis*, se rapproche au contraire, plus qu'aucune autre, de la deuxième espèce de *Volkmannia* par son diamètre, la forme et le nombre de ses bractées et par la disposition générale des sporanges. Il me paraît donc probable que le premier épi silicifié de *Volkmannia* appartient au *Volkmannia gracilis* (Sternberg), et le deuxième à l'*Asterophyllites equisetiformis.*

3° *Equisetites infundibuliformis.* — Ce fragment isolé d'épi silicifié provenant des environs d'Autun a les extrémités des bractées peu distinctes ; elles m'ont paru représentées par des dents courtes, relevées et appliquées contre un prolongement lamelliforme du verticille supérieur.

Le diamètre extérieur de cet épi mesure 25 à 26 millimètres ; c'est le plus considérable que j'aie rencontré.

Son axe a 5 millimètres environ de diamètre, et paraît cannelé sur une coupe transversale. Ces cannelures correspondent aux intervalles de dix faisceaux qui forment le cylindre ligneux, chaque faisceau présentant deux ou trois lacunes.

L'axe présente assez bien, sur une coupe transversale, sauf la division plus marquée des faisceaux, la figure publiée par M. Williamson dans sa description d'*une nouvelle forme de Calamite* (*loc. cit.*, 1869-70).

Les verticilles stériles, composés probablement de 20 bractées soudées entre elles, sont distants les uns des autres de $4^{mm},5$. Leur section transversale forme une lame continue dans laquelle il m'a été impossible de reconnaître les différentes bractées qui la composaient, à cause de la mauvaise conservation de l'échantillon.

Le disque plan qui en résulte se relève sur les bords et se termine par de petites dents probablement en même nombre que les bractées, et appliquées contre un prolongement lamellaire du verticille supérieur. En effet, si l'on fait une coupe tangentielle près des bords, entre les deux lames résultant de la soudure des bractées, on remarque une bande continue formée de grandes cellules dirigées perpendiculairement au plan de la bande, tissu élastique peut-être. Cette lame se relève sur les bords extérieurs, et m'a paru réunie par du tissu cellulaire au verticille de bractées situé au-dessus d'elle ; elle formerait donc une bande continue circulaire, dont le bord supérieur serait soudé au verticille, et l'inférieur s'avancerait plus ou moins dans l'entre-nœud ; son rôle serait purement protecteur, rôle nécessité par le peu de développement extérieur des bractées.

Les sporanges m'ont paru volumineux, disposés en un seul rang sur le plan formé par le verticille des bractées ; leur enveloppe, composée d'une seule série de cellules, renferme des spores dont la grosseur dépasse beaucoup celle des spores rencontrées dans les épis précédents, et peuvent être considérées comme des *macrospores*.

Par les dimensions et la forme générale des bractées, cet épi paraît se rapprocher de ceux des *Macrostachya*, connus sous le nom d'*Equisetites infundibuliformis*.

Ces épis, en effet, sont grands, cylindriques, à entre-nœuds rapprochés ; les bractées, relevées et imbriquées, sont courtes, lancéolées, et les bords de la partie aiguë sont légèrement concaves ; soudées dans leur partie horizontale, ces bractées forment un plancher continu, et il n'est pas rare de voir sur des épis brisés transversalement le *disque continu* qui en résulte.

En résumé, dans ce mémoire j'ai essayé de faire connaître aussi complétement que me le permettait la conservation des échantillons.

1° Les fructifications probables des *Zygopteris ;*

2° Une nouvelle forme de *Bruckmannia ;*

3° La structure anatomique encore inconnue des *Volkmannia;*

4° La portion des épis de *Macrostachya* qui renfermait les macrosporanges.

Dans un autre mémoire je donnerai la description des cônes mâles munis d'*anthères pollinifères* des *Cordaïtes*, de leur cône femelle avec *graines incluses*, et en même temps les détails anatomiques de leur bois adulte, celui de leurs jeunes rameaux avec écorce, et la structure complète de leurs feuilles.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 1.

Fructifications de Zygopteris.

Fig. 1. Coupe un peu oblique d'un groupe de quatre capsules (10 D.) dont les pédicelles sont fixés à un support commun *a*. Le nombre des capsules réunies en sorte de bouquet peut varier de deux à huit; ces bouquets ont toujours été rencontrés détachés du rachis qui les a portés, et groupés accidentellement en masse plus ou moins considérable dans les magma siliceux.

b, portion de la paroi d'une capsule formée d'une seule assise de cellules dont la section transversale est rectangulaire; *c*, autre portion de la même paroi occupée par les cellules de la *bande élastique:* ces cellules se distinguent des précédentes par leur coloration plus foncée et leurs dimensions plus considérables; *e*, enveloppe qui contient un grand nombre de spores *f* présentant une enveloppe extérieure, sphérique, lisse, dans laquelle le contenu s'est contracté irrégulièrement (voy. fig. 7) sous l'influence du liquide qui a produit la silicification.

Fig. 2. Deux capsules plus grossies (20 D.). La section est dirigée dans l'épaisseur de l'enveloppe de la capsule supérieure; en *f*, la paroi a même été enlevée en totalité, et le contenu formé par des spores est devenu visible; la section passe au contraire sensiblement par le plan longitudinal médian de la capsule inférieure.

La forme des capsules est arquée; sur la capsule supérieure il est facile de distinguer la région occupée par la bande élastique *cc* qui s'étend latéralement sur toute sa longueur.

La coupe rencontre au contraire la capsule inférieure dans une région où il n'y a pas de trace d'anneau élastique; les parties concave et convexe en sont donc dépourvues.

Les autres lettres ont la même signification que précédemment.

Fig. 2 *bis*. Une capsule a été coupée suivant la ligne *mn* de la figure 2, c'est-à-dire perpendiculairement au plan médian des courbures convexe et concave.

Cette section, représentée fig. 2 *bis*, montre qu'elle passe sur tout son contour par la bande élastique, qui fait ainsi le tour du sporange et envoie même des prolongements jusque sur le pédicelle en *c'*.

Fig. 3 (gross. 20 D.) Coupe transversale faite à travers un bouquet de capsules. Comme celles-ci sont rencontrées dans des points différents de leur longueur, le diamètre des sections n'est pas le même; toutes sont pourtant munies de renflements *c c* qui correspondent à l'anneau élastique; le plan de chaque anneau paraît être orienté de la même manière par rapport au centre du groupe formé par les capsules.

Fig. 4. Section transversale des pétioles de *Zygopteris* trouvés au milieu des capsules précédemment décrites (10 D.).

g, faisceau vasculaire central en forme d'⟛ caractéristique des pétioles de *Zygopteris; h h*, deux faisceaux vasculaires qui s'en échappent latéralement pour se porter dans les subdivisions du pétiole : ces faisceaux secondaires n'ont pas la forme de l'⟛ du faisceau principal, mais sont elliptiques ou circulaires ; *i i*, canaux gommeux remplis d'une substance brune, déjà signalés dans le *Zygopteris Lacattii ; k*, piquant existant à la surface du pétiole.

Fig. 4 *bis* (même grossissement). Section de l'un des pédicelles qui portent un groupe de capsules.

g, section circulaire du faisceau vasculaire central ; *i i*, canaux gommeux qui entourent ce faisceau vasculaire.

Fig. 5. Sporange du *Botryopteris dubius* (gross. 20). Ce sporange est arqué comme les capsules de *Zygopteris* représentées dans la figure 2, mais ses dimensions sont plus considérables, et les spores qu'il renferme sont plus petites que celles contenues dans ces mêmes capsules.

Je ne pense pas qu'il soit possible d'identifier le *Botryopteris dubius* que j'ai décrit (*Ann. sc. nat.*, 6^{e} série, t. I) avec les fructifications de *Zygopteris* dont il est question ici.

Fig. 6. Sporange de *Botryopteris forensis* (même grossissement). Les figures 2, 5 et 6 font ressortir la différence de grandeur de ces trois espèces de capsules, qui diffèrent en outre par la disposition de la bande élastique et par la grosseur de leurs spores.

Les figures 7, 8 et 9 (100 D.), qui représentent les spores contenues dans les capsules des *Zygopteris*, des *Botryopteris forensis* et *dubius*, permettent d'en faire la comparaison avec facilité.

Fig. 10. Spores du *Volkmannia gracilis* décrit plus loin.

Fig. 11. Spores de l'*Equisetites infundibuliformis* décrit également plus loin.

Fig. 12. Empreinte (demi-grandeur naturelle) d'une fronde pinnée de *Schizopteris pinnata* (Grand'Eury).

l, rachis principal ; *m*, rachis secondaire sur lequel s'insèrent des feuilles charnues, déchiquetées, profondément laciniées, dont on voit un exemple dans la figure 13 grossie deux fois.

Fig. 14. Empreinte (demi-grandeur naturelle) d'une fronde pinnée d'*Androstachys* (Grand'Eury). Chacune des pinnules est remplacée dans cette fronde

fructifiée par un bouquet de capsules *b b* dont on a représenté trois exemplaires dans la figure 15 grossie deux fois.

m, rachis secondaire; *a*, pédicelle sur lequel sont fixées quatre ou cinq capsules *b b*.

Fig. 16. Une capsule d'*Androstachys* (grossie vingt fois). En comparant cette figure avec la capsule supérieure de la figure 2 représentée avec le même grossissement, il est facile de voir que ces capsules se ressemblent par leur grandeur, leur forme arquée, leur bande élastique disposée de la même manière.

c, bande élastique.

Fig. 17. Une capsule d'*Androstachys* vue par la partie convexe; latéralement en *c* on distingue les bandes élastiques longitudinales.

PLANCHE 2.

Volkmannia gracilis.

Fig. 1. Portion supérieure d'un épi un peu oblique, vue par transparence dans un fragment de silice poli (gross. 10 D.).

a, axe de l'épi; *b*, verticille de bractées stériles : quelquefois les bractées sont fendues et brisées, comme on le voit en *b'*; dans la partie recourbée elles se renflent plus ou moins et forment une expansion saillante *c*; *e*, sporangiophores naissant à l'aisselle des bractées; leur extrémité est rompue, et les sporanges qui y étaient fixés sont tombés; *f*, dernier verticille stérile dont les bractées presque rectilignes forment, en se réunissant par leur extrémité, un cône peu élevé qui recouvre le sommet de l'épi.

Fig. 2. Coupe transversale du même échantillon passant par un verticille de bractées stériles; celles-ci, au nombre de vingt, ne se soudent pas entre elles par leurs bords, mais restent libres dans toute leur étendue.

a, partie fibreuse de l'axe, les fibres sont en grande partie rayées; *n*, partie plus intérieure formée de cellules allongées au milieu desquelles sont creusées des lacunes *l* au nombre de dix; *m*, moelle centrale; *g g* sont les parties postérieures des bractées du verticille qui se sont séparées du corps de la bractée *b b; g' g''* représentent les sections transversales de deux verticilles de bractées plus inférieurs que *b b*, et qui ont été rencontrés par la coupe transversale.

Fig. 3. Coupe transversale (gross. 10 D.) passant par un verticille de sporangiophores.

p, sporangiophores au nombre de dix; *s*, sporanges fixés quatre par quatre à chaque sporangiophore; *l l*, cercle de lacunes entourant la moelle; *b b*, verticille de bractées à l'aisselle desquelles s'insèrent de deux en deux les sporangiophores *p p; g g* sont les parties postérieures séparées du corps des bractées du verticille *b b; g' g', g'' g''*, coupe transversale de deux verticilles de bractées alternant entre eux et avec le verticille *b b*.

Fig. 4. Coupe longitudinale (gross. 10 D.) rencontrant quatre verticilles de bractées et les sporangiophores qui partent de leur aisselle ; la section est un peu inclinée par rapport à l'axe de l'épi. Les sporangiophores, en effet, ne sont pas placés en lignes verticales les uns au-dessus des autres. Nous venons de voir que les bractées alternent entre elles, de plus que les sporangiophores partent de l'aisselle de ces bractées de deux en deux ; par conséquent les bractées doivent se correspondre sur une même ligne verticale de deux en deux, et les sporangiophores de quatre en quatre verticilles.

a, partie ligneuse de l'axe de l'épi ; *b*, bractée ; *b'*, partie extérieure de la bractée qui a été rompue et disjointe du corps de la bractée ; *p*, sporangiophore partant de son aisselle ; *d*, disque charnu par lequel se termine l'extrémité du sporangiophore ; *s*, sporanges de forme ovoïde adhérant par l'une de leurs extrémités au disque charnu dans lequel ils sont en partie plongés.

Fig. 5 (gross. 20 D.). Une bractée et un sporangiophore naissant à son aisselle.

s s, deux sporanges ; *d*, disque charnu servant à la nutrition et au développement des sporanges ; *b*, *b'*, *c*, comme précédemment.

Fig. 6. Coupe transversale (35 D.) de l'axe faite à la hauteur des sporangiophores.

a, partie ligneuse ; *l*, lacunes occupées par des trachées ; *p*, sporangiophores ; *s*, sporanges.

Fig. 7. Coupe tangentielle passant par deux verticilles (gross. 35 D.).

b b, verticille de bractées stériles ; *b'*, partie inférieure de la bractée où se trouvent les trachées ; *p*, section transversale des sporangiophores ; *s*, enveloppe des sporanges formée d'une seule assise de cellules ; *s'*, spores très-petites qui y sont contenues.

L'un des sporanges est coupé dans l'épaisseur du disque charnu qui le termine ; on voit en *t* le faisceau de trachées qui a parcouru le sporangiophore s'étaler et se diviser en quatre branches, dont chacune se porte sous la base d'un sporange.

Les bractées stériles *b b* sont aplaties à la partie supérieure, mais leurs bords, plus ou moins rapprochés, ne sont jamais soudés.

PLANCHE 3.

Bruckmannia Grand Euryi.

Fig. 1. Coupe longitudinale (10 D.) d'une portion d'épi de *Bruckmannia Grand'Euryi* passant par quatre bractées stériles et deux sporangiophores ; on a figuré seulement les parties de droite.

a, partie ligneuse de l'axe : la moelle a disparu dans cet échantillon ; *b b*, bractées formées d'une partie fibreuse et d'une couche cellulaire *f* placée en dessous, très-souvent détruite ; *c c*, nœuds de la tige correspondant aux points d'attache des bractées, qu'il n'est pas rare de voir se séparer de l'axe en *d* ; *e*, sporangiophore s'insérant au milieu de l'intervalle compris entre deux verticilles de bractées ; son extrémité se termine par une lame cellulaire verticale ; *h*, sorte de bande élastique qui s'étend jusqu'au verticille de bractées supérieur ; les cellules qui la composent sont prismatiques, et leur grand axe dirigé perpendiculairement à la surface de la bande ; *o*, lame cellulaire formant une cloison verticale : elle s'étend entre le sporangiophore et le verticille de bractées d'une part, et entre l'axe de l'épi et la bande élastique de l'autre (dans la figure cette cloison est séparée, par déchirement, de l'axe et du verticille de bractée supérieurs) ; *i*, continuation de la lame cellulaire au-dessous du sporangiophore, mais dans aucun cas je ne l'ai vue s'étendre jusqu'au verticille inférieur.

Fig. 2. Section transversale de l'axe de l'épi faite à la hauteur d'un verticille stérile (gross. 35 D.).

a, partie ligneuse de l'axe : dans cette région, qui correspond à un nœud, les fibres prennent une disposition rayonnante ; *f*, tissu cellulaire réunissant les bractées stériles *b b* entre elles ; *l*, lacunes en même nombre que les sporangiophores et formant un cercle autour de la moelle.

Fig. 3. Section transversale de l'axe à la hauteur d'un verticille de sporangiophores (gross. 10 D.).

a, partie ligneuse de l'axe ; *l*, lacunes ; *b b*, bractées stériles du verticille inférieur rencontrées par la section ; la partie fibreuse de la bractée est seule conservée ; *e e*, sporangiophores au nombre de dix-huit : dans cette espèce la partie supérieure des sporangiophores est parcourue par un faisceau vasculaire ; en *t t* on le voit se diviser en deux branches horizontales ; *k k*, loges formées par les cloisons verticales qui s'étendent des sporangiophores au verticille supérieur ; dans chacune de ces loges se trouve une paire de sporanges ; *n*, membrane tapissant l'intérieur des loges : les sporanges n'existent plus dans l'échantillon figuré ; *h*, bandes élastiques qui recouvrent l'extrémité des sporangiophores et le bord vertical des cloisons.

Fig. 4. Section transversale faite dans l'intervalle d'un verticille stérile et d'un verticille fertile (gross. 10 D.).

a, partie ligneuse de l'axe ; *l*, lacunes ; *o*, cloisons verticales ; *h*, bande élastique qui recouvre leur bord extérieur ; *k*, loges occupées par les sporanges.

Fig. 5. Coupe tangentielle verticale faite en dehors de l'axe de l'épi et rencontrant deux verticilles de bractées stériles et un verticille intermédiaire de sporangiophores (gross. 10 D.).

b b, coupe transversale des bractées stériles ; une couche cellulaire *f f* forme un plancher continu au-dessous de chacun des verticilles ; la séparation de ce plancher et du verticille est le résultat de la macération qu'a dû subir l'épi lors de la silicification ; *e e*, sections transversales des sporangiophores : ceux qui sont situés à droite et à gauche de la figure sont rencontrés obliquement par la section et permettent de voir une assez grande partie des cloisons cellulaires ; leur prolongement *i i* au-dessous du sporangiophore, et la bande élastique *h* qui recouvre leur bord externe ; *o o*, les autres cloisons qui réunissent les sporangiophores et le plancher cellulaire du verticille stérile.

Fig. 6. Coupe longitudinale et radiale passant par un nœud de l'épi.

a, partie ligneuse formée de cellules ou fibres rayées ; *a'*, cellules allongées sans stries, plus rapprochées de la moelle : c'est dans cette région que sont creusées les lacunes longitudinales ; *t*, faisceau vasculaire qui se rend dans une bractée.

Dans ces *Bruckmannia* le tissu ligneux est bien plus caractérisé que dans les épis d'*Annularia longifolia* que j'ai décrits (*loc. cit.*), et les éléments qui le composent ont une disposition rayonnante prononcée, surtout aux articulations ; *p*, fibres corticales.

Fig. 7. Trois groupes de spores (gross. 100 D.). Chaque groupe est composé de quatre spores, dont trois seulement sont visibles dans le dessin. La cellule mère est quelquefois conservée.

PLANCHE 4.

Bruckmannia Grand'Euryi.

Fig. 8. Coupe tangentielle un peu oblique passant par l'extrémité d'un sporangiophore dans la partie supérieure de la figure et plus près de l'axe de l'épi à la partie inférieure (gross. 10 D.).

b b, bractées stériles : le faisceau vasculaire *t* qui a parcouru le sporangiophore se divise en deux courtes branches horizontales *t' t'*, et chacune d'elles en deux autres *u u*, *u' u'* ; ces quatre branches se portent dans le tissu charnu qui termine le sporangiophore, et dans lequel se trouvent plongées les bases des sporanges.

La partie inférieure de la figure montre que la section rencontre le sporangiophore *e* plus près de l'axe et n'intéresse plus la partie charnue ; en *v v*, on voit les enveloppes déchirées des sporanges ; la déchirure est tournée du côté du sporangiophore *e* ; entre les deux enveloppes supérieures s'étend la cloison cellulaire *o*.

Fig. 9. Section transversale d'appendices ou de bractées que l'on trouve en grand nombre autour des épis précédents, et qui pourraient être les prolongements cellulaires de la partie fibreuse *b* des bractées stériles.

Fig. 10. Même section plus grossie (20 D.).

x, grandes cellules prismatiques dont le grand axe est dirigé perpendiculairement à la surface de la bractée ; *j*, cellules à sections rectangulaires disposées sur un seul rang formant l'épiderme ; *t*, faisceau vasculaire central.

Fig. 11. Coupe longitudinale de la bractée montrant la nervure médiane et les grandes cellules parallèles entre elles et disposées symétriquement de chaque côté de la nervure.

Fig. 12. Coupe longitudinale d'une deuxième espèce de *Bruckmannia*, le *Bruck. Decaisnei.*

a, partie ligneuse de l'axe ; *b b*, verticille stérile ; *e*, sporangiophore ; *o*, cloison verticale réunissant le sporangiophore avec le verticille supérieur ; *h*, lame élastique qui s'étend du sporangiophore jusqu'aux bractées stériles ; *c*, nœud correspondant à l'articulation d'une bractée stérile ; *m*, moelle occupant le centre de l'épi ; elle est continue, et il n'y a aucune cloison transversale aux articulations.

Fig. 13. Coupe transversale du même épi (gross. 10 D.).

a, partie ligneuse de l'axe ; *l*, lacunes ; *e*, sporangiophores ; en *t* on voit le faisceau vasculaire se bifurquer en deux branches horizontales : on compte dans cette espèce douze sporangiophores et vingt-quatre bractées stériles ; le *Bruckmannia* précédent a, comme on s'en souvient, dix-huit sporangiophores et trente-six bractées stériles ; *o*, commencement des cloisons cellulaires ; *t'*, trace des faisceaux vasculaires dans la portion charnue des sporangiophores ; *n*, membrane tapissant l'intérieur des loges formées par les cloisons cellulaires ; *f*, section transversale d'un cercle de bractées composant le verticille stérile immédiatement inférieur.

Fig. 14. Fragment d'épi du *Volkmannia* de l'*Asterophyllites equisetiformis* (grandeur naturelle). A sa surface on reconnaît la forme des bractées stériles, qui sont longues, étroites, lancéolées et terminées en pointe aiguë.

Fig. 15. Coupe transversale du même épi passant par un verticille de sporangiophores ; on en compte quatorze *e e*, chacun portant quatre sporanges ; la figure ne montre que vingt-huit de ces sporanges *s*. Plus à l'extérieur la coupe rencontre deux cercles concentriques *f f'* de bractées alternantes : on n'a figuré qu'une portion des bractées qui les forment ; elles sont au nombre de vingt-huit.

Fig. 16. Coupe longitudinale du même épi (grandeur naturelle). Les pédicelles *e* des sporangiophores partent de l'aisselle des bractées de la même manière que dans le *Volkmannia gracilis*.

Fig. 17. Coupe transversale (gross. 4 D.). Les sporangiophores sont terminés en pointe, la partie charnue du disque terminal a disparu ; ce résultat est dû, soit au développement même des sporanges, soit au mode de pétrification.

Fig. 18. Coupe tangentielle montrant le pédicelle *p* et les quatre sporanges qui y sont fixés.

Fig. 19. *Equisetites infundibuliformis.* — Coupe transversale d'un épi montrant le plancher continu formé par la soudure des bractées *b b* qui se présentent dans cet échantillon sous la forme de lames foliacées ; l'épi est vu en dessous et en grandeur naturelle.

a, axe ligneux formé de dix faisceaux disposés en cercle ; sur la coupe de chacun de ces faisceaux on distingue deux ou trois lacunes.

Fig. 20. Coupe longitudinale du même, grossie deux fois.

a, axe ligneux sur la surface duquel se voient *b' b'* les traces d'insertion des bractées ; *b b*, bractées en forme de lames rencontrées par la coupe ; *s s*, sporanges renfermant des macrospores *m m ;* en se reportant à la figure 11 de la planche 1, on peut comparer la grandeur de ces organes avec celle des spores des *Zygopteris* (fig. 7), et des spores des *Volkmannia* (fig. 10) ; *c c*, lames formées de cellules à sections rectangulaires, dont le grand axe est dirigé perpendiculairement au plan de la lame; l'un des bords de ces lames est flottant dans l'intervalle qui sépare deux verticilles; le bord externe paraît être uni par du tissu cellulaire avec le verticille de bractées supérieur, et n'en serait par conséquent qu'une dépendance.

Le mauvais état de conservation où se trouvait l'épi ne m'a pas permis de résoudre cette question.

Fig. 21. Coupe tangentielle, grossie deux fois, faite parallèlement à l'axe et près des bords de l'épi.

En *b b*, on voit les planchers continus formés par les verticilles de bractées soudées entre elles; les sporanges reposent directement sur ces planchers et paraissent disposés sur un seul rang; je n'ai pu reconnaître aucune trace de sporangiophore. *c c*, bandes résultant de la soudure des lames que j'ai signalées précédemment, et qui pourraient être considérées comme des organes protecteurs disposés circulairement au-dessous des verticilles de bractées.

Fig. 22. Un des faisceaux ligneux qui forment l'axe de l'épi, grossi vingt fois, et montrant les lacunes ***l l*** de la périphérie.

ig. 23. Coupe longitudinale tangentielle faite près de la surface de l'épi (gross. 35 D.).

b, portion du plancher cellulaire résultant de la soudure des bractées; ***s'***, macrospores déformées.

DÉVELOPPEMENT

DU

SCLERODERMA VERRUCOSUM

Par M. Nicolas SOROKINE,
Professeur à l'université de Kasan.

Le nombreux et intéressant groupe des Gastéromycètes n'a été jusqu'ici que très-incomplétement étudié ; l'histoire de son développement est à peine ébauchée. En effet, tous les travaux auxquels ces Champignons ont donné lieu sont, ou purement systématiques, ou ne concernent que leur structure générale. Tels sont ceux de Vittadini (1), Tulasne (2), Bonorden (3), travaux auxquels on doit ajouter les recherches de M. J. Sachs (4) et celles de M. de Bary (5), et enfin les recherches de M. A. Pitra (6), qui sont les plus remarquables et qui ont eu pour objet l'histoire du développement de ces Champignons.

Les difficultés que l'on rencontre dans l'observation du développement progressif des Gastéromycètes tiennent à ce que les spores germent très-difficilement, et que ce phénomène se trouve en outre limité à quelques espèces qui sont jusqu'ici : le *Lycoperdon constellatum* Fr., *verrucosum* Rupp., *Bovista plumbea* P., *Sphærobolus stellatus* Tore, *Cyathus striatus* W. (1). D'autres ne germent point du tout; par conséquent, la culture artificielle ne peut leur être appliquée, et leurs premiers développements nous sont inconnus. Le genre *Scleroderma* cependant a été l'objet de deux mémoires plus détaillés.

---

(1) *Monogr.* Lycoperdineorum (*Mem. della Accad. Torino*, 1842, t. V).

(2) *Sur les genres* Polysaccum *et* Geaster (*Ann. des sc. nat.*, 2ᵉ série, 1842, t. XVIII). — *Recherches sur l'organisation des Nidulariacées* (*ibid.*, 3ᵉ série, 1844, t. I). — *Recherches sur l'organisation des* Onygena (*ibid.*). — *Description d'une nouvelle espèce de* Secotium (*ibid.*, 1845, t. IV). — *De la fructification des* Scleroderma *comparée à celle des* Lycoperdon *et des* Bovista (*Ann. sc. nat.*, 2ᵉ série, t. XVII). — *Fungi hypogæi*, 1851.

(3) *Mycologische Beobachtungen* (*Bot. Zeit.*, 1851, p. 18). — *Die Gattungen* Lycoperdon und Bovista (*ibid.*, 1857, p. 593).

(4) *Morphologie des* Crucibulum vulgare (*Bot. Zeit.*, 1855).

(5) *Zur Morphologie d.* Phalloideen (*Beiträge z. Morphologie und Physiologie d. Pilze*, 1864, t. I, p. 55).

(6) *Zur Kenntniss d.* Sphærobolus stellatus (*Bot. Zeit.*, 1870, p. 681). — *Litteratur d. Gasteromycetes*, M. de Bary (*Morph. und Phys. d. Pilze*, etc., 1866, p. 94).

M. Tulasne, dans ses recherches sur la fructification des *Scleroderma* comparée à celle des *Lycoperdon* et des *Bovista*, a le premier fait connaître le développement de la couche hyméniale et des organes de la fructification. Les faits décrits par cet habile mycologue ont été reproduits en entier dans les ouvrages élémentaires (2) et restent jusqu'à présent entièrement acquis à la mycologie.

Le *Scleroderma* a encore été étudié par M. Bonorden (3), qui confirme les recherches de M. Tulasne sur le développement des spores et décrit très en détail les autres parties du Champignon.

L'été dernier (1875), j'ai eu un grand nombre de matériaux sous la main : le *Scleroderma* se rencontrant en abondance dans le jardin botanique de Kazan, où il se reproduit en masse, j'ai pu entreprendre des recherches à son sujet, me rendre compte de son développement, et me faire une idée précise du mode de formation des petites cavités (de la glèbe), qui se couvrent d'une couche hyméniale; j'ai pu porter enfin mon attention sur les plus jeunes états de développement du *Scleroderma*.

Le *S. verrucosum* se développe, comme on le sait, un peu au-dessous de la surface du sol; lorsqu'il est complétement formé, il écarte la terre avec son sommet et se montre au dehors. Il m'est arrivé de trouver des périthèces presque mûrs sur des individus encore recouverts de terre, tandis que tous ceux qui avaient éclaté n'étaient recouverts de terre que jusqu'à la moitié de leur hauteur. En déterrant les exemplaires des *Scleroderma*, on peut parfaitement distinguer leur mycélium blanc qui se présente sous la forme de fils rameux d'un diamètre plus ou moins petit ; mais j'en ai rencontré dont la grosseur égalait une plume d'oie : dans ce cas les rameaux de ces filaments blancs s'entrelacent les uns aux autres et forment un réseau qui pénètre plus ou moins profondément dans la terre, qui s'y attache avec assez de ténacité pour qu'il soit assez difficile de les enlever sans les rompre. Sous le microscope, ce mycélium paraît consister en fils transparents dichotomiquement ramifiés et cloisonnés. Près de chaque cloison, on peut constater le développement des *boutonnières*, si communes sur la plupart des mycéliums (*Schnallen*) (fig. 2, 3, sch.). Quelquefois l'extrémité du filament se renfle en forme de cornue ou de ballon (fig. 3). Là où les filaments se rencontrent en grande quantité et pénètrent dans les fissures de la terre, ainsi que je viens de le dire, ils se juxtaposent l'un l'autre et forment alors un mycélium qui ressemble à un *cordonnet* (*Strangförmiger Mycelium*), comme l'appelle M. de Bary (1) (fig. 1).

---

(1) *Bot. Zeit.*, 1859, p. 217. — Resse, *Pringsh. Jahrbuch*, 1875, t. X.

(2) Par exemple dans Payer, *Familles naturelles*, CRYPTOGAMES, 1848, p. 114, fig. 515-516.

(3) *Handbuch d. allg. Mycologie*, 1851, p. 245.

Si l'on coupe transversalement ce cordon, on voit qu'il consiste en filaments disposés parallèlement et qui forment à l'extérieur une partie plus compacte ; c'est-à-dire qu'on peut y distinguer un tissu médullaire (2) et un tissu cortical. Les rameaux du mycélium, qui pénètrent à travers les molécules de terre, ne forment point de cordons, mais se reconnaissent tout de suite à la quantité de boutonnières qu'ils portent.

J'ai vainement cherché sur le mycélium les organes de fécondation.

Le plus jeune état du développement que j'aie observé se composait d'une pelote de filaments courts, dichotomes et entrelacés (fig. 4). Ces filaments, qui ne se touchaient pas étroitement, renfermaient beaucoup d'air dans leurs intervalles, ce qui rendait l'observation difficile. Cependant, si l'on veut employer un moyen pour se débarrasser de l'air, on le fait sortir en effet, mais les fils délicats se crispent ou deviennent tellement transparents que l'observation n'est plus possible.

---

(1) *Morph. und Phys. der Pilze*, etc., p. 21.

(2) De Bary, *loc. cit.*, p. 20.

La phase ultérieure du développement présente un petit corps sphérique dont les filaments s'entre-croisent de manière à rappeler une sorte de petite éponge (fig. 5 *g*), bien certainement constituée par leurs nombreuses ramifications.

Les fils développés ensemble forment le squelette réticulaire du corps du *Scleroderma* (une jeune *trame*) ; entre le réseau de la trame on remarque des cavités (fig. 5 *h*) dans lesquelles se forment vers le bas des filaments qui enveloppent tous les corps, et produisent, à ce qu'il paraît, le péridium (fig. 5 *p*) ; mais je ne suis pas *tout à fait certain de ce dernier fait* (1).

M. Tulasne a aussi observé des cavités chez les jeunes champignons, et il en parle de la manière suivante : « Au centre du champignon, de petits espaces irrégulièrement arrondis, et plus diaphanes que les parties qui les entourent, *forment un réseau* d'autant plus manifeste que la plante est moins jeune. A mesure que celle-ci s'accroît, les espaces perdent de leur transparence et se remplissent d'utricules dilatées, qui sont les cellules extrêmes, soit des filaments composant la trame qui les limite, soit des rameaux qui en proviennent (2). » C'est précisément sur cette disposition des filaments qui remplissent ces cavités, que mes recherches ne s'accordent pas avec l'opinion émise par M. Tulasne. En effet, bientôt après la formation du squelette du *Scleroderma*, les filaments qui le constituent envoient des rameaux délicats et transparents qui se dirigent dans les cavités les plus proches (fig. 6 *hv*, *h*). Mais ces filaments délicats se divisent bientôt en se bifurquant à leurs extrémités, quoique les deux rameaux restent unis l'un à l'autre (fig. 7 *a*, 8). Puis l'un d'eux s'entortille autour de son voisin (fig. 7 *c*) ; c'est alors que commence la ramification des deux cellules et la formation de la *pelote hyméniale* (fig. 7 *d*, *e*, 6 *hv*), dans laquelle on pourrait d'abord reconnaître distinctement la présence d'une cellule isolée, sur laquelle se sont pour ainsi dire dévidées les autres, en formant une boule ; mais plus tard, après l'apparition des cloisons dans les cellules, il devient impossible de la distinguer (fig. 7 *e*, *f*, *d*). Au reste, l'apparition des cloisons est très-limitée ; les filaments extérieurs ont la faculté de produire des rameaux qui rampent et s'enroulent autour de la pelote (fig. 8, 9, 10). De là provient l'accroissement assez rapide de la pelote.

---

(1) Pour obtenir les plus jeunes états de développement du *Scleroderma*, j'ai pris des morceaux de terre dans lesquels se trouvait le mycélium du champignon, et je les ai mis dans l'eau. Après qu'une partie de la terre s'était détachée je lavais le mycélium jusqu'à ce qu'il n'y restât plus de terre. On pouvait alors distinguer facilement de très-jeunes champignons depuis la grosseur d'un pois jusqu'à celle d'un point à peine visible.

(2) *Loc. cit.*, p. 8.

Ainsi le jeune champignon, pendant son développement, consiste en d'innombrables pelotes renfermées dans une commune tunique brune formée des filaments du péridium, qui ont pris une coloration plus foncée (fig. 11 *p*, *hv*). Les intervalles laissés entre les pelotes sont occupés par les filaments de la trame, où se produit la trame des fils du *capillitium*.

M. Tulasne (1) dit : « Il n'est pas non plus sans intérêt de remarquer la différence qui existe entre les *Scleroderma* et les *Lycoperdon;* quant à la persistance des filaments du capillitium et à leur adhérence aux parois du péridium. *Dans le premier de ces genres, les filaments qui séparent les espaces fructifères et les grappes de sporophores flétris qui en sont nés, se désarticulent facilement et sont entraînés par les mêmes agents qui dispersent les spores.* Le capillitium des *Lycoperdon* et des *Bovista* conserve longtemps au contraire sa ténacité et son adhérence aux parois du péridium interne, ce qu'il est très-facile de constater dans les champignons qui ont depuis longtemps dépassé l'époque de leur maturité et qui retiennent encore leur capillitium presque entièrement privé de spores. »

M. Bonorden mentionne succinctement la formation du capillitium en démontrant que dans le champignon qui a atteint sa maturité, « il ne reste que les spores mûres avec de courts hyphas non cloisonnés, qui constituent ensemble le fond floconneux du champignon mûr. »

---

(1) *Loc. cit.*, p. 10.

D'après mes recherches, la trame du *Scleroderma* consiste, *dans sa jeunesse*, en filaments délicats et rameux ; chez les exemplaires plus âgés, on aperçoit des cloisons dans ces fils, et on peut observer le durcissement de quelques-unes des cellules du filament, tandis que les autres parties conservent leur délicatesse et leur transparence (fig. 20 *a*, *b*). Enfin, pendant la période de la maturation du *Scleroderma*, les parties délicates du filament se convertissent en mucilage et se dissolvent ; il ne reste alors que des cellules endurcies qui peuvent être toutes ou simples, ou rameuses, selon les filaments dont elles sont issues (fig. 20 *aa*, 21, 19 *c*). Ainsi, le phénomène de la formation du capillitium chez les *Scleroderma* rappelle très-exactement ce qui a lieu chez les *Lycoperdon*, *Bovista*, *Geaster*, etc., et comme M. de Bary (1) le décrit dans sa *Morphologie* et sa *Physiologie des Champignons*.

Voyons à présent le développement des *basides* et des *spores*.

Immédiatement après la formation de la pelote hyméniale, quelques-uns des fils qui la forment envoient des rameaux qui se dirigent vers le centre de la pelote (fig. 15). Ces rameaux se divisent en courtes cellules par la formation de cloisons. La cellule supérieure, qui, plus tard, joue le rôle de *baside*, s'allonge un peu, se remplit de protoplasma granuleux et offre au milieu un nucléus qui réfracte vivement la lumière (fig. 16 *a*, *b*). Même dans les pelotes très-jeunes, on peut constater la formation des basides : on les distingue alors des filaments qui les entourent à leur forme arrondie. A l'extrémité libre de la baside apparaissent bientôt quatre spores rondes placées sur des pédicules très-fins et courts (fig. 17). Le nucléus de la baside disparaît avant l'apparition des spores ; mais ce phénomène a déjà été observé par M. Woronine chez l'*Exobasidium vaccinii* (2).

Il arrive quelquefois qu'au lieu de quatre spores il ne s'en forme qu'une seule; dans ce cas, elle est plus grosse qu'à l'ordinaire (fig. 16 *c*).

---

(1) *Loc. cit.*, p. 77.

(2) *Exobasidium Vaccinii*, 1867, taf. III, fig. 29.

Les basides sont en général de forme oblongue et ne prennent que dans des cas fort rares la forme d'une cornue (fig. 16 *c*). Sous ce rapport, je ne puis considérer les dessins de M. Tulasne comme exacts et je m'étonne que M. Bonorden (1), qui a lui-même recherché le développement des spores, ait pu dire : « M. Tulasne le premier a reconnu la formation des spores sur des basides dans le *Scleroderma*, et il en a donné de très-belles figures. »

Je ne puis non plus regarder comme correcte la troisième figure (pl. 1) du Mémoire de M. Tulasne.

Les spores se détachent très-tôt de leur baside, et pourtant je ne puis partager l'opinion de M. Tulasne, basée sur la supposition exprimée par M. Berkeley : « que les spores n'acquièrent pas sur leurs basides tout l'accroissement qu'elles doivent prendre, qu'elles s'en détachent peut-être assez longtemps avant d'y être parvenues et qu'alors elles puisent les éléments de leur nutrition dans le milieu au sein duquel elles sont plongées. »

Je pense au contraire que les spores acquièrent leur développement normal *sur les basides* et ne tombent qu'à ce moment. Comme l'accroissement des spores est très-rapide et se termine très-tôt, on comprend qu'il soit difficile de trouver toujours les spores attachées à leurs *basides*.

Le sort ultérieur des basides m'est resté inconnu. Il est permis de présumer qu'elles se dissolvent avec les filaments qui constituent la pelote hyméniale. Je ne puis comprendre ce que M. Bonorden a voulu exprimer en disant (2) : « Pendant que les spores grossissent, les basides prennent, en diminuant de volume, la forme de petits pédicules si complétement recouverts par les spores, qu'on peut à peine les reconnaître. En même temps, les spores se recouvrent de saillies sinueuses qui elles-mêmes se transforment en petites pointes, ou en tubercules noirs. »

---

(1) *Loc. cit.*, p. 245.

(2) « Indem die Sporen sich vergrössern und färben, ziehen sich die Basidien zu dünnen Stielen zusammen, diese werden dann von den Sporen so bedeckt, dass sie nur noch schwer zu erkennen sind. Gleichzeitig werden die Sporen in knäuelartige, darmartige Vorsprünge gehüllt und diese verwandeln sich in kurze schwarze Stacheln oder Warzen » (*loc. cit.*, p. 245).

L'*exosporium* prend ordinairement une couleur foncée et se couvre ou simplement d'épines, ou d'*élévations pectinées* qui divisent toute la surface de la spore en une multitude de petits polygones (fig. 18 *a*, *b*, *c*, 3). Les jeunes spores présentent dans leur intérieur une gouttelette oléagineuse que M. Tulasne a prise pour un nucléus (1) ; mais cette gouttelette se dissout dans l'alcool sans laisser de trace.

Tous les observateurs ont admis que la maturation commençait au centre du champignon et qu'elle marchait vers la circonférence par un développement centrifuge ; mais cette supposition n'est juste qu'en partie ; car j'ai souvent rencontré des individus chez lesquels la maturation commençait à la base de la glèbe et à la place même où la glèbe limite la partie stérile du pédicule du *Scleroderma* (fig. 12 *b*). Il y en avait aussi chez lesquels les spores prenaient une teinte foncée à la partie supérieure du champignon ; enfin, j'en ai observé chez lesquels la maturation s'avançait *en formant* une bande foncée à quelque distance du péridium, tandis que la partie centrale restait presque incolore (fig. 12 *d*). En un mot, je n'ai pu constater ni régularité, ni loi dans la maturation progressive des pelotes hyméniales.

Puisque dans les plus jeunes états les cavités (avant la formation des pelotes hyméniales) ne sont pas toujours de même grandeur, il en résulte que les rameaux qui forment ces pelotes peuvent pénétrer dans ces cavités au nombre de deux et même davantage ; dans ce cas, toute la cavité se remplit de pelotes de grandeurs différentes ; voilà aussi pourquoi on peut observer souvent sur les exemplaires âgés des masses variables de spores en conformité avec la grandeur de la cavité.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 245.

Après la maturation des spores, les filaments délicats de la trame disparaissent, de manière qu'il ne reste que les fils comparativement grossiers du capillitium qui séparent les masses de spores les unes des autres.

On ne voit jamais à la surface des spores les restes des pédicules qui les fixaient à la baside.

Lorsqu'il a atteint sa complète maturité, le *Scleroderma* fait saillie par son extrémité supérieure, soulève la terre qui le recouvrait et finit par éclater.

Quant à la structure du péridium, mes recherches confirment celles que M. Bonorden a publiées dans l'ouvrage que j'ai cité.

EXPLICATION DES PLANCHES 5 ET 6.

(Grossissement, fig. 1-5 300/1 ; 12 *a f*, grand. natur.; tous les autres 500/1).

Fig. 1. Une partie du mycélium du *Scleroderma verrucosum*, rappelant un cordonnet.

Fig. 2. Le même morceau du mycélium déchiré au moyon d'épingles. Les filaments qui se ramifient dichotomiquement sont munis de cloisons et de boutonnières (Schwallen).

Fig. 3. Deux filaments pareils, le troisième se termine en forme de cornue.

Fig. 4. Un jeune champignon qui consiste en filaments courts (*k*).

Fig. 5. Le sommet d'un champignon un peu plus âgé. Les filaments se sont entremêlés de manière à rappeler une éponge : *h*, les cavités ; *g*, la jeune trame ; *p*, les filaments qui se dirigent vers le sommet et formeront dans la suite le péridium (?).

Fig. 6. Le même corps sphérique d'un champignon dans un état plus avancé de son développement : *g*, la trame ; *h*, les cavités ; *h k*, les spires des filaments qui forment les pelotes hyméniales.

Fig. 7. *a f*, la formation progressive de la pelote hyméniale.

Fig. 8. Une pelote, dans les filaments extérieurs de laquelle on aperçoit l'apparition des cloisons.

Fig. 9-10. Les pelotes un peu plus développées.

Fig. 11. Une partie du champignon, coupé transversalement : *p*, le péridium devenu foncé. La glèbe *g* consiste en pelotes hyméniales *h k*, entre lesquelles on remarque dans la trame beaucoup d'air *a*.

Fig. 12. La coupe transversale de quelques exemplaires de *Scleroderma verrucosum* : *a*, un très-jeune exemplaire ; *b*, un exemplaire dans lequel la maturation des spores a commencé à la base de la glèbe ; *c*, la maturation se

remarque au sommet ; *d*, la maturation avance en forme d'un anneau ; *e*, un exemplaire à demi mûr, la maturation a commencé au centre ; *f*, *Scleroderma verrucosum* complétement mûr.

Fig. 13-14. L'apparition des basides à l'intérieur de la pelote hyméniale.

Fig. 15. Les basides sont complétement développées et vont former les spores.

Fig. 16. Trois jeunes basides : au centre des deux on voit le nucleus *a*, *b*. Une baside difforme (*e*) renflée à son sommet et n'ayant qu'une seule spore.

Fig. 17. Deux basides avec les spores ; *a*, une baside à quatre spores ; *b*, n'a qu'une seule, les trois sont tombées.

Fig. 18. Les spores du *Scleroderma verrucosum* : *a*, une jeune spore encore incolore (on voit au milieu une goutte d'huile) ; *b*, l'exosporium devient foncé et commence à se couvrir d'épines ; *c*, une spore couverte d'épines ; *d*, une spore avec des élévations pectinées.

Fig. 19. Deux pelotes hyméniales avec des spores qui mûrissent à l'intérieur (*sp*) ; les filaments qui les entourent se dissolvent, et on ne voit que les fils du capillitium.

Fig. 20. Les filaments qui forment le capillitium : *a*, une partie du filament à une membrane épaisse ; *b*, la membrame reste délicate et transparente.

Fig. 21. Les fils du capillitium.

BURSULLA CRYSTALLINA

NOUVEAU GENRE DE MYXOMYCÈTES

Par M. Nicolas SOROKINE.
Professeur à l'université de Kasan.

Dans la quatrième réunion des naturalistes, qui vient d'avoir lieu à Kasan, le professeur Cienkowsky annonça la découverte de plusieurs organismes protoplasmiques paraissant correspondre à un type simplifié des Myxomycètes (1). L'un de ces organismes reçut de M. Cienkowsky le nom de *Guttulina rosea*, qui offre un intérêt spécial ; il se réduit, en effet, à une gouttelette microscopique de couleur rose de $0^{mm},07$ d'étendue, reposant sur un pédicule de même longueur. Le *Guttulina rosea* consiste en un assemblage de cellules *dépourvues de membrane commune*. Ces cellules sont arrondies au sommet, tandis que du côté du pédicule elles sont étroitement unies les unes aux autres et présentent des parties fusiformes, disposées sur plusieurs rangs. Toutes ces cellules contiennent un plasma rouge et un nucléus. Lorsqu'elles sont plongées dans l'eau leur contenu s'en échappe sous la forme d'une petite amibe semblable à l'*Am. Limax* Duj. M. Cienkowsky n'a pu constater la confluence de ces amibes.

Il faut conclure de ce qui précède que le *Guttulina* est un organisme très-semblable au *Dictyostelium mucoroides* Brefeld, mais dépourvu de membrane commune ; ici les amibes se groupent, mais ne s'unissent point.

Pendant l'automne de 1874 j'ai observé à la surface de fumier de cheval un organisme fort étrange et qui me rappelait le *Guttulina*. Il consistait en un pédicule au haut duquel se trouvait une cellule qui atteignait environ 0^{mm},015, ou plutôt tout l'organisme n'était qu'une cellule qui s'étirait en un pédicule de longueur très-variable : tantôt il atteignait au plus la moitié de la partie supérieure de la cellule; tantôt, au contraire, il la dépassait de deux et même trois fois (fig. 1-6, 15-17). Le contenu de cette cellule était d'une couleur rosâtre et renfermait, au commencement de son développement, des grains plus foncés et des gouttelettes oléagineuses (fig. 1). Dans les organismes qui avaient atteint un développement plus complet on pouvait voir le plasma se détacher dans plusieurs endroits de la membrane cellulaire, puis on voyait se produire des enfoncements qui s'avançaient de plus en plus dans l'intérieur du contenu et former huit parties protoplasmiques enveloppées d'une membrane commune (fig. 2, 3). Ces parties prenaient peu à peu la forme sphérique (fig. 4). Nous voyons ainsi la série du développement des spores procédant de la division du protoplasma et non d'une formation libre des cellules, ce dont on peut s'assurer en écrasant un organisme, jeune encore, sous le microscope (fig. 27). Ainsi, l'opinion de M. Famintzine se trouve confirmée par mes recherches. « Ces dernières, dit-il, en parlant des spores, ne se forment pas, comme on l'admet depuis les recherches de M. de Bary, par formation cellulaire libre autour de noyaux préexistants, mais par division du plasma des spores, comme les spores dans les *sclerotium* (1). » Notre figure 27 reproduit deux jeunes cellules dont les membranes sont écrasées (*y y*), et le contenu présente des parties non encore détachées les unes des autres (*z'' z''*). Chacune des cellules renferme ordinairement huit parties.

---

(1) *Protocoles de la section botanique du* 26 *août*, p. 11 (*Just Botanischer Jahresbericht*, *Erstes Jahrgang*, 1873, shl.).

Lorsqu'elles ont pris une forme sphérique, les bords de chaque morceau du protoplasma changent leurs contours et se meuvent d'abord lentement dans l'intérieur de la cellule, mais leur mouvement devient de plus en plus apparent. Pendant ce temps l'extrémité de la cellule, que par analogie nous appellerons *sporange*, se transforme d'abord en mucilage et finit par disparaître ; il se forme ainsi quelque chose de semblable à une bourse, contenant huit parties mobiles de plasma ou des spores (fig. 5 *z*). Dès que l'ouverture s'est formée les spores commencent à sortir les unes après les autres en changeant leur contour en longs pseudopodes (fig. 6 *z*) et laissant le sporange complétement vide. Les spores mobiles rappellent beaucoup les *monères*. Elles consistent en portions de protoplasma rose, sans nucléus ; à l'intérieur on distingue des vacuoles et des granules de grosseur différente ; ces pseudopodes s'allongent en d'assez longs rameaux (fig. 7).

---

(1) A. Famintzine, *Beitrag. z. Kenntniss d. Myxomyceten* (*Bot. Zeit.*, 1873, s, 662).

Au bout d'un certain temps après le commencement du mouvement (à peu près deux heures), les monères ne se meuvent plus avec la même énergie, et les pseudopodes s'allongent avec moins de force. Comme cet organisme croît en masse sur le fumier, on comprend que les spores puissent venir à se rencontrer, ce qui arrive principalement à l'approche de la période de repos, c'est-à-dire quand les spores se meuvent avec moins de rapidité ; en effet, on voit se joindre plusieurs monères qui s'étaient rencontrées. D'abord elles ne font que se toucher par leurs pseudopodes, mais ensuite elles s'unissent et forment ainsi un morceau de protoplasma qui reste immobile à la même place et qui consiste en plusieurs monères unies ensemble et que nous appellerons *plasmodium* (fig. 9). Bientôt après on peut observer, au milieu de cette masse protoplasmique, une partie qui s'élève de plus en plus (fig. 9-13). A mesure que l'élévation devient plus considérable, le plasma qui lui servait d'abord de litière passe dans l'extrémité arrondie de l'élévation jusqu'à ce qu'il forme une cellule sphérique supportée par un pédicule. De la masse des spores ou des monères qui, réunies, ont formé un plasmodium, on voit se former un ou deux sporanges, et quelquefois même davantage, qui naissent de la même place. Dans le premier cas leur grandeur est beaucoup plus considérable que dans le second (fig. 1 et 15). Quant au nombre des spores qui se forment dans la cellule, il reste invariable ; il ne m'est jamais arrivé d'en rencontrer plus ou moins de huit dans un sporange.

Dès qu'un individu atteint l'époque de sa maturité, la naissance des spores se manifeste à l'intérieur du sporange et celles-ci parcourent, comme je viens de le décrire, tous leurs degrés de développement.

L'organisme dont je viens de parler ne diffère par conséquent du *Guttulina* que *par la présence d'une membrane et par l'absence de nucléus dans les organes de la fructification;* je l'ai nommé *Bursulla crystallina.* En observant le développement du *Bursulla* je suis tombé par hasard sur un fait qui offre également un grand intérêt. Désirant savoir quelle serait l'influence d'une basse température sur l'organisme que je viens de signaler, j'en ai placé à l'air au mois de décembre par un froid de — 15° à — 22° R.; quelques jours après mon attention fut attirée par quelques sporanges, qui ne différaient en rien de ceux que je viens de décrire (excepté par des pédicules fort courts), mais renfermaient à l'intérieur des portions de protoplasma avec un nucléus très-visible et placé exactement au centre du fragment (fig. 16, 17). L'extrémité du sporange se transformait aussi en mucilage et finissait par disparaître (fig. 17 *z*); les parties de protoplasma sortaient sous forme d'*amibes mobiles* (fig. 18). Ainsi, quoiqu'il y ait à la surface du fumier de cheval des organes de fructification de *deux espèces*, il était facile de les distinguer par la présence du nucléus dans les organes formés plus tard. Le sort ultérieur des amibes ne diffère en rien de ce que nous avons déjà vu : elles s'unissent et forment également des masses plus ou moins considérables de plasmodiums; ces derniers se convertissent en sporanges dans lesquels se forment des amibes, c'est-à-dire des parties de plasma avec un nucléus au centre. La *présence d'une membrane commune* constitue la différence principale entre le *Bursulla* et le *Guttulina.*

En outre si pendant leur déplacement une amibe et une monère viennent à se rencontrer, leurs pseudopodes commencent à se joindre; les corps se rapprochent (ce dont on peut s'assurer par le déplacement du nucléus) et prennent une forme sphérique à contour d'abord irrégulier, mais peu à peu tous les pseudopodes se raccourcissent, le contour devient régulier et la boule se recouvre d'une membrane épaisse; le nucléus reste pourtant très-visible (fig. 19-24).

De tout ce qui vient d'être dit on peut, ce me semble, tirer la conclusion suivante : Le *Bursulla crystallina* appartient au genre le plus simple des Myxomycètes; il possède deux espèces de spores, mais il est actuellement impossible de déterminer quels sont les organes qui jouent le rôle de l'élément mâle et quels sont ceux qui représentent l'élément femelle; pour cela, il me semble, nous pouvons nous dispenser d'employer ces termes, il suffit de dire que les organes *sont distincts, et qu'après leur union il se forme toujours une cellule qui peut prendre le nom* d'oosphère. Par conséquent le commencement de l'union peut être considéré comme le premier acte de la fécondation, d'autant plus que l'union s'opère toujours entre deux espèces d'organes différentes, c'est-à-dire entre des amibes et des monères.

Au printemps l'oosphère se développe en *Bursulla* avec les organes de fructification en forme de monères; la membrane de l'*oosphæra* éclate alors et le contenu s'allonge en formant un pédicule plus ou moins long; ce pédicule se termine par un sporange qui ressemble entièrement à ceux que nous avons décrits. Avant le développement de l'oosphère le nucléus qui se trouvait pendant tout l'hiver à l'intérieur disparaît (fig. 25-26).

Il se peut que ce phénomène de fécondation soit très-répandu dans ces simples organismes, car M. Sachs considère aussi cette union des amibes des Myxomycètes comme une fécondation, puisqu'il s'exprime de la manière suivante : « Rien n'empêche d'admettre que la réunion de cette multitude de zoospores ne soit une conjugation, c'est-à-dire un acte sexuel, dans le même sens que la copulation des zoospores des Volvocinées, etc. (1). »

---

(1) *Lehrbüch. Vierte Aüflage*, 1874, s. 267.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 8.

Toutes les figures ont été faites à un grossissement de 500/1.

Fig. 1. Deux jeunes exemplaires de *Bursulla crystallina.*

Fig. 2, 3, 4. Développement progressif des spores.

Fig. 5. L'extrémité du sporange se transforme en mucilage, les spores commencent à changer leurs contours.

Fig. 6. L'extrémité du sporange s'est changée en une ouverture par laquelle les spores sortent sous forme de monères.

Fig. 7. Deux monères mobiles.

Fig. 8. Deux monères commencent à se joindre par leurs pseudopodes pour la formation d'un plasmodium.

Fig. 9. Un plasmodium au milieu duquel se forme une élévation.

Fig. 10, 11. L'élévation devient de plus en plus visible.

Fig. 12. L'élévation se transforme en sporange.

Fig. 13. Une élévation plus âgée.

Fig. 14. Un jeune sporange au milieu duquel commence la formation des spores.

Fig. 15. Trois exemplaires du *Bursulla crystalina* qui sortent à la même place du plasmodium : le premier sporange a un pédicule très-long, le second a un pédicule court, et le troisième en a un très-court.

Fig. 16. Un exemplaire de *Bursulla* sous l'influence d'une basse température ; les spores ont un nucléus visible.

Fig. 17. Un des états suivants du développement de ce même exemplaire ; l'extrémité se transforme en mucilage (*z*).

Fig. 18. Deux amibes mobiles, le nucléus (*a*) est très-visible.

Fig. 19. Une amibe et une monère commencent à s'unir par leurs pseudopodes.

Fig. 20. Une union plus intime des deux organes.

Fig. 21. L'amibe et la monère sont presque unies, le nucléus est presque central.

Fig. 22. Deux organes complétement unis.

Fig. 23. Une oosphère non recouverte de membrane.

Fig. 24. La membrane (*c*) est très-visible.

Fig. 25. Le développement de l'oosphère ; le nucléus disparaît ; *c*, la membrane.

Fig. 26. Un jeune exemplaire du *Bursulla crystallina* provenant d'une oosphère ; *c*, la membrane abandonnée.

Fig. 27. Deux jeunes sporanges écrasés ; le contenu en est sorti et présente des parties de protoplasma non complétement séparées les unes des autres.

QUELQUES MOTS

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DE L'*APHANOMYCES STELLATUS*

Par M. Nicolas SOROKINE,
Professeur à l'université de Kasan.

Après le travail de M. de Bary (1) rien, que je sache, n'a été publié de nouveau sur cet intéressant organisme. Dans sa *Monographie des Saprolégniées* (2) M. Cornu ne cite qu'en passant le genre *Aphanomyces*. Ce défaut de renseignement doit être attribué en grande partie à la rareté comparative de l'*Aphanomyces*, tandis que les autres représentants de la famille se rencontrent au contraire assez communément. Voilà bien certainement pourquoi les particularités relatives à la formation des organes de la fructification de l'*Aphanomyces* ont échappé aux observateurs. Mais, ayant eu l'occasion d'en suivre le développement, j'ai constaté plusieurs phénomènes intéressants que je vais faire connaître.

Cependant, comme la formation des spores mobiles et des oospores que j'ai observée se trouve presque identique à la description qu'en a donnée M. de Bary, je n'en dirai que quelques mots, me réservant de décrire en détail les phénomènes nouveaux.

L'*Aphanomyces stellatus* consiste, comme on le sait, en une cellule rameuse contenant un plasma granuleux. On connaissait, pour cet organisme, deux sortes d'organes de fructification : les spores mobiles et les oospores, qui sont la conséquence de l'acte de la fécondation.

---

(1) *Einige neüe Saprolegnien. Pringsh. Jahrbücher*, 1860, t. II, s. 169.
(2) *Annales des sciences naturelles*, 1872, 5^{e} sér., t. XV.

Lors de la formation des premières spores, le contenu du filament se groupe de manière à former des espaces plus clairs qui séparent presque les portions de protoplasma les unes des autres (fig. 1, 2) ; une raie étroite indique la portion supérieure du protoplasma de celle qui se trouve au-dessous ; ce dernier se réunit de la même manière au suivant, et ainsi de suite (fig. 3) ; mais cette raie finit à son tour par disparaître, et nous trouvons dans le filament autant de morceaux de plasma séparés qu'il se formera dans la suite des spores mobiles (fig. 4). On voit ainsi apparaître dans le filament quelquefois de 20 à 100 spores mobiles (1) placées les unes à la suite des autres dans toute la longueur du filament qui est détaché par une cloison de la partie inférieure de la cellule ; puis le filament se rompt à l'extrémité supérieure, et la première spore sort et se fixe près de l'ouverture, la seconde vient à sa suite, puis la troisième, etc.

Avant sa sortie chaque spore prend d'abord une figure fusiforme dans la paroi de la cellule-mère, puis les deux extrémités s'amincissent (fig. 5). Une fois le filament vidé nous voyons que les spores mobiles arrondies se sont groupées à leur sortie près de l'ouverture. Chacune de ces spores se recouvre d'une membrane, d'où elle s'échappe bientôt après par une nouvelle ouverture. Avant cet état on distingue très-nettement, au centre de cette dernière, un point très-clair (fig. 4, *a b c*). La spore mobile, délivrée de sa membrane, est de forme ovale, avec l'un de ses bouts aminci ; le point clair correspond à la partie pointue qui porte deux cils, l'un dirigé en avant, l'autre en arrière (fig. 8). Lorsque toutes les spores mobiles sont sorties de leurs membranes, ces dernières restent longtemps fixées à l'ouverture du filament vide, où elles forment une sorte de corps transparent cellulaire (fig. 7).

Quant aux oospores, elles se développent dans des vésicules particulières dont les membranes présentent des élévations plus ou moins saillantes (fig. 10 *o*). Les rameaux latéraux du filament sur lequel sont fixées ces vésicules ou oogones, se joignent à la membrane de l'oogone, en croissant dans les intervalles des élévations (fig. 11 *o*, 12 *o a*). Il est à présumer que le filament ou *antheridium*, qui s'est soudé à la membrane, y enfonce un prolongement qui produit là la fécondation, de même que le font tous les représentants de la famille des Saprolégniées.

---

(1) De Bary, *loc. cit.*, s. 172 (110 spores).

Après la fécondation nous trouvons à l'intérieur de l'oogone une oospore couverte d'une membrane épaisse (fig. 12).

Voilà, en quelques mots, l'histoire du développement de l'*Aphanomyces stellatus*.

Mais il existe cependant des phénomènes qui font exception aux règles tracées plus haut. Ces exceptions se rapportent principalement au développement des spores mobiles. On sait que la spore mobile, sortie de sa membrane près de l'ouverture du filament (fig. 6, 7), c'est-à-dire après sa *mue* (Häntüng), continue à se mouvoir pendant quelque temps encore, puis qu'elle se calme et germe (fig. 9). Cependant M. de Bary a déjà remarqué que la spore mobile germe quelquefois à l'ouverture du filament, *avant la période de la mue* (1), et par conséquent avant la période de mouvement, comme cela a été observé chez l'*Achlya prolifera* (2). Ainsi, la mue ne peut servir de caractère générique ni pour l'*Achlya*, ni pour l'*Aphanomyces*.

Mais, ce qui est encore plus intéressant, c'est qu'au moment de la sortie des spores mobiles plusieurs morceaux du protoplasma ne présentent aucun mouvement et restent à la même place dans le filament (fig. 10 *m*). Il en résulte que le filament se partage, pour ainsi dire, en deux étages; dans l'inférieur il se forme aussi des morceaux fusiformes de plasma (fig. 9, 10 *m*), mais après quelques mouvements convulsifs ils se calment et ne prennent aucune forme déterminée. Quant aux portions du plasma de l'étage supérieur elles peuvent sortir de la façon normale et poursuivre régulièrement leur développement. Quelquefois les spores mobiles de la partie supérieure n'étant pas toutes sorties, on en voit quelques-unes d'attardées, pour ainsi dire, et le phénomène de la mue les surprend à l'intérieur du filament, d'où elles sortent néanmoins par une ouverture nouvelle (fig. 10 *A*, *x*, *x'*, *s*). Enfin, les spores de cette espèce peuvent sortir soit complétement formées, c'est-à-dire munies de deux cils et capables de se mouvoir (fig. 10 *A*, *s*, *sp*), soit simplement sous forme d'un morceau de plasme susceptible de germer (fig. 10 *A*, *x'*, *z*, *x*).

---

(1) *Loc. cit.*, p. 174.

(2) *Bot. Zeit.*, 1852, tab. VII, fig. 28.

Il m'est arrivé en outre de rencontrer des filaments d'où ne sortaient que très-peu de spores mobiles; toutes les autres restaient et muaient à l'intérieur du filament (fig. 10 *B*). Si les membranes abandonnées par leurs spores ont occupé la partie supérieure du filament, et qu'il reste encore des morceaux de plasme dans la partie inférieure, ces derniers prennent leur forme ovoïde pointue à l'extrémité et se calment ensuite (fig. 10 *B*, *m*). Il arrive même que les spores mobiles se revêtent de membranes à l'intérieur du filament, y germent et émettent à travers la membrane du filament des rameaux d'une longueur plus ou moins considérable (fig. 10 *B*, *y*; 12 *y*). En outre on peut rencontrer des filaments tellement gonflés qu'ils dépassent en diamètre quatre ou cinq fois les filaments ordinaires, et qui sont remplis de membranes abandonnées par leurs spores mobiles. Au premier coup d'œil ces sporanges ne diffèrent en rien des sporanges caractéristiques des genres *Dyctyuctus* et *Diplanes*. Il faut donc conclure de tout ce qui vient d'être dit, *qu'il n'existe aucune régularité dans la formation des spores mobiles chez l'Aphanomyces stellatus*. Ainsi, 1° elles peuvent se recouvrir d'une membrane avant de sortir du filament; 2° il peut ne sortir qu'une partie des spores, tandis que les autres restent renfermées dans le filament et s'y couvrent d'une membrane, *A*, *c;* elles peuvent y rester toutes et en sortir par des ouvertures du filament qu'elles remplissent de leurs membranes.

Ce fait confirme les belles observations de M. Pringsheim (1) à propos des *Dyctyuctus* et *Diplanes*. Ces phénomènes se rencontrent en effet non-seulement chez l'*Aphanomyces*, mais aussi chez les *Achlya polyardia*, *racemosa*, etc., quoique les espèces nommées puissent être caractérisées de la manière suivante : « Zoospores formées à l'intérieur de sporanges, réunies après la déhiscence et perdant leurs enveloppes avant de se disperser; les enveloppes restent agglutinées près de l'ouverture du sporange (1). » M. Pringsheim reproduit l'*Achlya racemosa* muni de sporanges typiques en même temps que de sporanges qui ne diffèrent en rien de ceux du *Dyctyuctus* (2). Ces sporanges, ainsi que les autres, ont été observés par ce savant sur le même filament.

---

(1) *Weitere Nachträge z. Morphologie u Systematik d. Saprolegnien* (*Pringsh. Jahrb.* IX B. 2s Heft, S. 221).

Par conséquent l'*Aphanomyces stellatus* peut être placé au nombre des Champignons aquatiques qui développent leurs spores mobiles sous deux aspects fort différents, et d'un troisième, intermédiaire entre les deux. Outre tout ce qui a été dit j'ai observé chez l'*Aphanomyces* des organes de fructification non encore décrits, et qui rappellent par leur analogie les organes signalés par M. Walz chez le *Saprolegnia* (3). Ces organes se développent de la manière suivante : certains filaments, au lieu de se développer en sporanges, anthéridies ou en oogones, s'élargissent à l'extrémité supérieure en forme de matras ou d'ampoule (fig. 14 *a*), puis la partie renflée se détache du reste du filament à la suite de la formation d'une cloison (fig. 14 *a'*) ; c'est ainsi qu'apparaît une cellule sphérique remplie de protoplasma granuleux et de gouttes oléagineuses (fig. 14 *b*). Pendant que la cellule supérieure s'arrondit, il se forme au-dessous de nouveaux renflements jusqu'à ce que tout le filament se soit transformé en un chapelet de cellules (*conidies*) de grandeur et d'âge différents, celle placée en haut étant certainement la plus âgée (fig. 14 *c*). Les cellules complétement formées sont réunies par des digues, digues qui consistent en une cellule cylindrique séparée exactement en deux par le milieu (fig. 14 *c*, p. 13 *p*).

---

(1) *Lindstedt, Synopsis d. Saprolegniaceen*, 1872, S. 79.

(2) *Loc. cit.*, taf. XXV, fig. 1, 3.

(3) *Bot. Zeit.*, 1870, s. 556, tab. IX, fig. 20.

La membrane de la conidie supérieure s'épaissit de plus en plus en prenant une teinte brune ; mais à travers cette membrane on peut cependant distinguer le contenu, qui consiste en plasma granuleux et en gouttelettes oléagineuses (fig. 13, 12, 15). Ayant atteint la période de sa maturité, la conidie supérieure se détache et sa place est immédiatement occupée par la conidie placée plus bas, et sur la conidie tombée on peut nettement voir la digue qui y reste adhérente sous forme d'élévation (fig. 15 *g*). Après trois mois de repos la conidie entre en germination ; à cette époque la membrane éclate et le contenu en sort sous forme de filament qui, en produisant des rameaux, donne naissance aux organes de fructification que je viens de décrire, lorsque la conidie tombe sur un terrain favorable ; dans le cas contraire, et lorsqu'elle n'atteint pas une longueur considérable, on voit se former des spores mobiles (fig. 17).

Je dois faire remarquer encore, en terminant, que les conidies capables de germer (c'est-à-dire après trois mois de repos), mais non exposées à la lumière, ne germent jamais, tandis que les conidies de même âge exposées au soleil germent en vingt-quatre heures.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 7.

Toutes les figures ont été faites à un grossissement de 500/1.

Fig. 1-5. La formation des spores mobiles chez l'*Aphanomyces stellatus*.

Fig. 6. L'extrémité des sporanges à l'ouverture desquels on remarque plusieurs membranes des spores mobiles : *a*, la spore mobile n'est pas encore sortie de sa membrane, on voit l'apparition du point clair (la spore est tournée de manière que le point clair n'est pas au centre) ; *b*, une spore pareille ; *c*, une spore pareille dont le point clair est placé plus au centre ; *z*, une spore mobile qui germe sans sortir de sa membrane.

Fig. 7. L'extrémité du sporange, à l'ouverture duquel se trouvent les membranes abandonnées par les spores.

Fig. 8. Deux spores mobiles.

Fig. 9. *a*, une spore qui se calme et qui prend une forme sphérique ; *b*, une spore en germination.

Fig. 10. *A*, un sporange avec la formation anormale des spores mobiles ; *m'*, le protoplasma resté non divisé en spores ; *m*, les morceaux fusiformes du contenu non transformé en spores ; *x*, la mue des spores à l'intérieur du sporange ; *x'*, une spore sortie sous forme de masse sphérique et immobile de plasma ; *z*, une spore mobile près de l'ouverture du sporange et qui n'a pas encore quitté sa membrane ; *sp*, une spore mobile qui s'est formée régulièrement ; *s*, une spore mobile sortie par l'ouverture du sporange (à côté), où elle a laissé sa membrane.

B, un sporange dans lequel toutes les spores (excepté trois) ont laissé leurs membranes ; *m*, des parties fusiformes de plasma ; *z*, une spore mobile germant à l'intérieur du sporange ; *sp*, une spore formée régulièrement.

Fig. 11. Le filament d'*Aphanomyces stellatus* muni de deux oogones (*o o*) et d'antéridies (*a a*) ; *b*, un sporange à l'intérieur duquel on voit les membranes des spores mobiles.

Fig. 12. Un filament muni d'un oogone (*o*), un anthéride (*a*), deux conidies (*c*). On voit en outre un sporange à l'intérieur duquel sont restées trois spores (*y*) mobiles, dont deux sont en germination.

Fig. 13. Deux conidies de l'*Aphanomyces stellatus*.

Fig. 14. Les filaments qui sont élargis pour former des conidies ; *a*, la partie d'en haut est renflée ; *a'*, l'apparition d'une cloison ; *b*, une jeune conidie presque complétement formée (on remarque en bas deux renflements qui indiquent la place où doivent se former deux nouvelles conidies) ; *p*, la digue ; *c*, une chaîne de conidies : celle d'en haut est la plus mûre.

Fig. 15. Une conidie complétement mûre qui est tombée ; *p*, une élévation, qui n'est rien autre chose que la digue ; *a*, une conidie, vue de profil ; *b*, la même conidie, présentant sa partie basilaire.

Fig. 16. Deux conidies qui germent : *a*, après l'influence du tinct. jori (le contenu prend une couleur brune) ; *b*, une conidie qui donne naissance aux filaments rameux.

Fig. 17. Une conidie qui produit un sporange d'où commencent à sortir les spores mobiles d'une façon normale.

Fig. 18. Un bout du sporange d'*Aphanomyces stellatus* dont les spores mobiles ont toutes laissé leurs membranes à l'intérieur du filament. Trois spores ne sont pas sorties ; l'une d'elles vient seulement de former une petite ouverture et sort en forme d'une petite élévation.

REPRODUCTION DES ASCOMYCÈTES

STYLOSPORES ET SPERMATIES

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

Par M. Maxime CORNU,
Docteur ès sciences,
Aide-naturaliste au Muséum.

I. — Des spermogonies et des spermaties.

La découverte du polymorphisme des Champignons thécasporés, des Lichens et des Urédinées est certainement l'une des découvertes les plus importantes du siècle dans l'étude des végétaux inférieurs, et M. Tulasne mérite à bon droit le titre que lui donne M. de Bary, qui l'a appelé le *Réformateur de la mycétologie*. Cette découverte a, en effet, imprimé à la science une impulsion puissante ; elle a montré des chemins nouveaux où les observateurs se sont élancés et ont rencontré des résultats aussi remarquables qu'inattendus.

Le point de départ de l'idée du polymorphisme est la recherche des organes sexuels des Champignons et de la fécondation. La pensée qui dirigeait ces études semble avoir été que la fécondation devait avoir lieu dans la plante adulte, comme cela a lieu chez les phanérogames ; c'est ce qui pendant longtemps a laissé sans résultat les travaux des botanistes dans la recherche des organes sexuels des Fougères. Aujourd'hui, grâce aux observations de divers savants, notamment de MM. de Bary, Woronine et de M. Tulasne lui-même, on connaît, chez les jeunes Ascomycètes, les organes analogues aux organes fécondateurs ; et, quoique cette question ne soit pas encore exempte d'obscurité, on peut dire que ces faits sont désormais acquis à la science.

J'en ai pu, du reste, vérifier quelques-uns sur des Champignons assez différents de ceux qui avaient été examinés jusqu'alors (1).

L'ancienne théorie sexuelle des spermaties, édifiée par M. Tulasne, a été frappée par lui, et pour ainsi dire renversée par ses observations ultérieures sur le *Peziza* (*Pyronema*) *confluens* et le *Peziza melanloma* (2) ; mais une étude plus complète des spermaties devait prouver qu'il en était réellement ainsi.

Malgré cette évolution dans l'appréciation des fonctions sexuelles, le mérite du botaniste français reste intact, puisque cette théorie, destinée à être remplacée comme toutes les théories, eut le mérite immense d'être féconde en idées nouvelles et fut l'origine d'importantes découvertes, telles que celle des générations alternantes (ou hétérœcie) des Urédinées, qui en procède immédiatement.

Spermaties ; leur rôle fécondateur supposé. — M. Tulasne, dans deux mémoires, point de départ de ses études (3), fit connaître, d'abord chez les Lichens, puis chez les Ascomycètes, un appareil de reproduction constant qu'il nomma *spermogonie*. La spermogonie est remplie de petits corps spéciaux qu'il appela *spermaties*, qui y sont engendrés en grand nombre ; les noms tirent leur origine de l'idée que l'auteur se faisait de leur rôle dans la fécondation ; cette fécondation devait donner lieu à la production des spores contenues dans les thèques ; il s'expliquait peu, du reste, sur la façon dont elle pouvait s'opérer.

Chez les Lichens, les spermogonies qui sont, non pas des apothécies avortées, mais des organes parfaitement autonomes, sont tantôt brunes et très-visibles (*Borrera ciliaris*, où elles sont spécialement faciles à étudier), tantôt indistinctes, incolores et même immergées dans le thalle (*Opegrapha*) ; elles sont situées à des places variables, le plus souvent sur le bord du thalle.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 21 juin 1875, rapport de M. Brongniart sur les mémoires envoyés au concours (*Étude de la fécondation dans la classe des Champignons*), p. 1468. Le mémoire auquel l'Académie des sciences voulut bien décerner un encouragement avait été présenté le 30 mai 1873 en collaboration avec mon ami, M. E. Roze ; nous en avions séparément étudié et rédigé les divers chapitres ; les résultats consignés ici y étaient sommairement indiqués, ceux auxquels il est fait allusion étaient beaucoup plus longuement développés (*Dothidea* et *Hypomyces*).

(2) *Annales des sciences naturelles*, 5^e série, t. VI, p. 221, pl. 11 et 12, 1866.

(3) *Annales des sciences naturelles*, 3^e série, t. XV, p. 370, 1851 ; t. XVII, p. 5 et 153, 1852.

Elles contiennent, dans leur intérieur, des sortes de filaments toruleux, simples ou peu rameux, composés d'articles courts, et dont chacun donne naissance, latéralement et à son sommet, à une spermatie en forme de bâtonnet droit ou courbe : les spermaties sont parfois d'une forme différente, elliptiques, ou bien très-grêles et courbées en arc. Il faut se garder de confondre avec elles les stylospores qui sont, du reste, assez rares dans la famille des Lichens.

Un peu plus tard M. Tulasne décrivait ces mêmes corps et ces mêmes organes dans le grand groupe des Champignons thécasporés ; il publia une partie de ses recherches dans les *Annales des sciences naturelles*, 3e série, 1853, t. XX, p. 129, et l'ensemble trouva place dans un admirable ouvrage intitulé *Selecta Fungorum Carpologia;* il y exposa les différents modes de reproduction de divers végétaux compris dans le groupe des Pyrénomycètes et des Discomycètes.

Dans chacun d'eux on rencontre en général :

1° Des conceptacles contenant des thèques le plus souvent octospores ;

2° Des pycnides contenant des stylospores ;

3° Des spermogonies contenant des spermaties ;

4° Des conidies nées en dehors de toute cavité.

M. Tulasne établit l'identité spécifique de ces diverses formes en prouvant qu'elles procèdent sans parasitisme du même mycélium ; du reste, tous ces appareils de reproduction, lorsqu'on les considère dans une série d'espèces voisines, offrent un port général et ont une disposition semblable ; de pareilles comparaisons prouvent, d'une autre façon, que ces divers appareils reproducteurs se correspondent réellement dans chacune des espèces. Chez les Ascomycètes, les spermaties et les appareils spermatiophores se présentent avec l'aspect qu'ils ont dans les Lichens, mais avec une plus grande variété, car le groupe est bien plus étendu. Les spermogonies sont en général plus abondantes et se prêtent mieux à l'étude ; les éléments sont plus clairs et plus nets, les membranes moins diffluentes et gélatineuses, et les corpuscules produits en plus grande quantité. Les spermaties sont rejetées sous forme de *cirrhes*, sortes de petits cylindres visqueux très-grêles, de couleur blanche, jaune, rosée ou rouge ; placés dans l'eau, ces cirrhes se désagrégent immédiatement ; la gomme qui réunit les spermaties et les agglutine se dissout, et elles sont mises en liberté ; elles paraissent parfois agitées dans le liquide d'un mouvement de trépidation spécial très-différent de celui qui entraîne les diatomées et les zoospores, et qui est ici purement moléculaire.

Leur forme est celle de bâtonnets droits ou courbes ; elles peuvent être ovoïdes ou sphériques (*Melogramma rubricosum*), d'autres fois plus allongées, courbées en arc (*Eutypa Acharii*), ou en forme de V (*Diatrype quercina*), ou bien en forme de virgule, très-grêles à une extrémité, renflées à l'autre (*Polystigma rubrum*), etc. (1).

Les rameaux qui les portent sont soit des arbuscules semblables à ceux des Lichens, dont les cellules sont plus allongées en général, soit de courts stérigmates.

Les spermogonies sont ou séparées ou réunies, présentant une cavité unique ou sphérique, ou labyrinthiforme ; parfois même les spermaties naissent en dehors de tout conceptacle à la surface du Champignon (*Stictosphæria*) comme des conidies ordinaires.

Malgré la grande diversité de forme des spermaties et des organes qui les contiennent, il est impossible de ne pas être frappé de l'analogie extrême qui existe entre la plupart de ces appareils et de ceux qui se rencontrent chez les Lichens. Nous savons d'ailleurs aujourd'hui, d'après les travaux récents de MM. Schwendener, Rees et Bornet, que les Lichens ne sont qu'un groupe spécial de la grande classe des Champignons.

Le fait commun à tous les corpuscules nommés spermaties par M. Tulasne, c'est d'abord d'être extrêmement petits, au moins dans l'une de leurs dimensions, et d'être produits en nombre énorme par les organes qui leur donnent naissance. M. Tulasne, ayant essayé de les faire germer, éprouva une série d'échecs : aux caractères précédents, purement physiques, s'ajouta donc un caractère physiologique, le refus d'entrer en germination dans des conditions ordinaires. Des corpuscules en nombre si considérable qui ne germent pas et n'engendrent pas de mycélium ne pouvaient être considérés comme des spores; en présence d'un organe sporifère tel que la thèque, dont le développement a lieu dans des conceptacles particuliers, et dont la maturité est postérieure au maximum de développement des spermogonies, il était naturel de relier les deux formes l'une à l'autre; la thèque étant vraisemblablement l'organe femelle; les corpuscules qui ne germent pas, d'après M. Tulasne, étant des organes mâles analogues physiologiquement aux grains de pollen : mais l'action réciproque de ces deux sortes d'organes, la manière dont se produit la fécondation, et l'instant précis auquel elle devait avoir lieu restaient dans le doute.

---

(1) Tulasne, *Carp.*, t. II, pl. 9, fig. 16 ; pl. 7, fig. 12 ; pl. 12, fig. 15, et pl. 8, fig. 11.

En résumé, les spermaties ont été considérées comme des organes mâles à cause de leurs dimensions très-réduites, de leur nombre considérable, et surtout de l'impossibilité de les faire germer.

M. Pringsheim s'était de même appuyé sur l'absence de germination de certains corps agiles développés sur les Saprolégniées pour les considérer comme des organes mâles, comme des anthérozoïdes.

Dans un travail spécial sur la fécondation des Saprolégniées (1) j'ai démontré que cette manière de voir était inexacte; les prétendus anthérozoïdes du *Saprolegnia dioica* et de l'*Achlya dioica* ne sont pas des productions de la plante qui les porte, mais bien des parasites; chez les Ascomycètes, dans beaucoup de cas, la même objection ne peut être faite, et les organes dont il a été question appartiennent bien réellement à la plante chez laquelle ils se rencontrent. Les considérations précédentes m'ont engagé à rechercher la cause de l'insuccès obtenu par M. Tulasne, et maintenant que les organes de la fécondation sont plus exactement connus chez les Champignons thécasporés, il faut renoncer à regarder les spermaties comme des organes mâles ; ce sont donc des spores, elles doivent germer comme les autres spores.

---

(1) *Annales des sciences naturelles*, 5e série, t. XV, 1872. Mémoire couronné par l'Académie des sciences. Prix Desmazières pour l'année 1872; rapport de M. Duchartre, séance du 28 décembre 1874.

II. — Germination des spermaties.

Les premiers essais en vue d'obtenir la germination des spermaties ne réussirent pas ; ils furent répétés plusieurs fois (1). En même temps que les spermaties et avec plus de succès d'abord, furent mises en germination des stylospores et des spores endothèques de diverses espèces de Pyrénomycètes. Cela permit de faire, un grand nombre de fois, deux remarques qui, sans être nouvelles, eurent une assez grande influence sur le résultat final.

Les spores obtenues au moyen de coupes faites au rasoir et dilacérées avec des aiguilles étaient disposées dans une goutte d'eau sur le porte-objet du microscope ; elles restaient à l'air libre ou étaient, suivant les cas, recouvertes d'une lamelle de verre mince. La préparation était abandonnée dans une atmosphère humide pour éviter la dessiccation ; on put voir alors que les spores exigeaient en général, pour germer, l'influence de l'air libre. Dans une préparation couverte d'une lamelle les germinations ne se montraient qu'à une faible distance d'abord, de moins en moins actives à mesure qu'on s'en éloignait. Au centre et déjà à une certaine distance des bords, aucune des spores ne présentait de développement. Cette absence de développement ne pouvait être attribuée à autre chose qu'au manque d'air ; les filaments-germes, aussi bien que les spores, ont besoin d'oxygène pour s'accroître.

---

(1) Je fus attaché pendant l'hiver de 1870 à 1871, avec M. Branly, chef des travaux de physique à la Faculté des sciences de Paris, à l'observatoire du général Ducrot, situé près du bois de Boulogne. Les jours de pluie et de brouillard où la surveillance de l'horizon n'était pas possible furent en partie employés à ces recherches.

Des exemples nombreux montrèrent en outre que les spores augmentent parfois de volume d'une manière considérable, qu'elles peuvent alors changer de forme et devenir méconnaissables.

Après bien des tentatives restées sans résultat, je crus voir que certaines spermaties étaient considérablement modifiées dans leur forme et dans leur grosseur ; elles étaient toutes situées du même côté de la préparation, dans un angle, tout à côté d'une étiquette gommée sur laquelle était inscrit le nom de l'espèce en expérience et la date du semis. L'eau en excès avait dissous quelque peu de gomme dont la présence avait déterminé cette modification considérable qui, pour plusieurs raisons, ne s'était pas étendue. L'idée me vint alors de donner aux spermaties non plus de l'eau pure, mais un liquide nutritif. Les spores de Mucor ne germent pas facilement dans l'eau pure (1), tandis qu'un centième de *sucre* détermine leur développement.

Pour faire germer les spermaties qui accompagnent le plus généralement le *Diplodia acerina*, le procédé suivant fut essayé : une tige d'*Acer pseudo Platanus* fut pilée dans de l'eau, et une goutte filtrée du liquide ainsi obtenu reçut quelques spermaties : la température était de 8 à 10 degrés environ. Au bout de cinq jours, au milieu d'un très-grand nombre de bactéries, on put voir en bien des points de la préparation quelques filaments courts, épais, difformes, et d'une taille si différente de celle des spermaties que je n'aurais pu les rapporter à la même espèce si je n'avais été prévenu par les observations faites sur d'autres spores. Les intermédiaires furent vus, mais il fallait, pour lever tous les doutes, répéter l'expérience dans des conditions meilleures.

Deux choses étaient particulièrement défavorables, c'étaient :

1° Le manque d'air dans une préparation recouverte d'une lamelle ;

2° La présence de bactéries nombreuses et de mucédinées diverses s'introduisant par les côtés dans la préparation ; les bactéries surtout étaient défavorables à cause de la petite dimension des spermaties, qu'on pouvait confondre avec certains développements dus aux bactéries.

---

(1) Cette nécessité d'un liquide nutritif est proclamée pour des espèces diverses. De Bary, *Morph. und Phys. der Pilze*, p. 149.

Voici comment il fut possible de changer, partiellement du moins, ces conditions si peu avantageuses. On se servit de cellules formées d'un tube de verre ou de plomb coupé perpendiculairement à son axe et rodé, suivant deux plans parallèles et peu distants, et collé par l'une de ces sections sur le porte-objet. Ce sont des cellules analogues à celles dont M. Van Tieghem s'est servi pour ses cultures des Mucorinées et qu'il a figurées dans les *Annales des sciences naturelles*, 5^{e} série, t. XVII, pl. 20, fig. 1.

Les spores étaient déposées dans une goutte de liquide et placées ainsi sur la lamelle. Cette dernière était appuyée par ses bords sur ceux de la cellule, la goutte occupant la face inférieure ; on peut alors explorer à l'aide du microscope tous les points de la goutte d'eau dont la surface inférieure est en contact avec l'air. Pour éviter la dessiccation, une grosse goutte d'eau était placée au fond de la cellule. Pour fixer la lamelle on se servait non pas d'huile, qui eût empêché le renouvellement de l'air, mais de deux petites pelotes de cire molle, fixées avec une aiguille plate sur la tranche de la cellule : l'air pouvait circuler et se renouveler lentement. Le tout fut placé dans une chambre humide formée d'une caisse de zinc carrée contenant une brique plongeant dans l'eau ; la caisse était recouverte d'une lame de verre peu distante de la surface de la brique.

Dans cet espace étroit on peut conserver humides, sans ajouter d'eau, des préparations déposées depuis plus de six mois ; elles ne se dessèchent pas, même à la longue. Les spores déposées sur les lamelles étaient en contact avec de l'air renouvelé dans une atmosphère qui empêchait la dessiccation de la goutte de liquide.

Pour éviter l'introduction de spores étrangères par le liquide nutritif et surtout le développement des bactéries, on tâcha de fabriquer de toutes pièces, comme fit M. Raulin dans ses cultures d'*Aspergillus niger*, un liquide à l'aide de substances chimiques pures et exemptes de germes. Le liquide contenait $\frac{1}{100}$ de sucre et $\frac{1}{250}$ de tannin dissous dans de l'eau distillée. Ces deux substances se rencontrent simultanément dans l'écorce du bois de la plupart des plantes phanérogames sur lesquelles se développent une si grande abondance d'Ascomycètes. L'addition d'une matière azotée dans le liquide nutritif ($\frac{1}{100}$ d'azotate d'ammoniaque et $\frac{1}{200}$ de sucre) fut essayée, mais ce second liquide ne parut pas donner d'aussi bons résultats que le premier.

Les diverses espèces mises en expérience ont été choisies au hasard, suivant les chances des récoltes et la facilité de se procurer aisément celles qui présentaient des spermaties bien nettes et faciles à déterminer.

L'une des espèces que l'on trouve communément est le *Diplodia acerina ;* de longues branches coupées pendant l'hiver de 1870 à 1871 et conservées en fagots sans trop d'humidité se couvrirent de spermogonies au printemps suivant et fournirent de bons matériaux d'étude ; les branches mortes de *Cratægus oxyacantha* prises dans les buissons présentent fréquemment le *Diplodia vulgaris* et ses spermogonies qui ne firent jamais défaut. Ces deux *Diplodia* m'ont donné d'excellents résultats (1).

Les spermaties qui accompagnent le *Diplodia acerina* sont très-étroites et courbées en arc ; semées sur un liquide nourri-

(1) Les spermogonies du *Valsa ambiens* sont en général accompagnées d'un *Diplodia* qui, pour les différentes espèces d'arbres ou d'arbustes, paraît présenter des différences notables. M. Léveillé avait cru pouvoir distinguer des types divers (*Ann. sc. nat.*, 3ᵉ série, 1846, t. V) ; M. Tulasne, *Carp.*, t. II, p. 174, les considère comme identiques entre eux ; il rattache avec doute, p. 173 et 174, les stylospores aux *Valsa.* Il est certain cependant que le *Valsa nivea* et le *V. salicina*, espèces fort voisines de la précédente, sont de même accompagnées chacune par un *Diplodia.* Ne serait-il pas possible de revenir à l'opinion de Léveillé, Desmazières et Mougeot, de considérer comme distinctes les formes diverses de stylospores qui accompagnent et qui caractériseraient des espèces voisines, comme le sont un grand nombre de *Valsa.* Sans préjuger l'opinion des mycologues, je désignerai les spermogonies par le Diplodia qui les accompagne. L'hésitation du célèbre auteur du *Sel. fung. Carpologia* ne viendrait-elle pas de la présence possible de deux ordres de spores germant les unes et les autres dans certaines espèces qui ont déjà des stylospores spermatiformes ; on reviendra plus loin sur ce sujet.

cier, leur forme se modifie d'abord sans augmentation de longueur : elles deviennent ovales; la partie concave de l'arc se remplit et la forme générale de la spore est complétement modifiée; le plasma, qui était très-dense et sans globule, apparaît plus nettement caractérisé. On aperçoit, sur les bords principalement, des traînées granuleuses et des ébauches de vacuoles. Un peu plus tard, après quatre et cinq jours, la spore émet un ou deux filaments courts et difformes, dont le diamètre diffère un peu du diamètre transversal de cette spore elle-même après son grossissement (pl. 2, fig. 7).

A cet état on voit que la germination est bien nettement commencée; mais le plus souvent, la nourriture mal appropriée, suffisante seulement pour déterminer ce début de développement, ne lui permet pas d'aller plus loin. Il existe aussi des bactéries qui ont pullulé, et dont la présence dans la préparation entrave singulièrement la marche de l'expérience. Sur plusieurs préparations disposées avec les mêmes spores et le même liquide, les unes arrivaient à bien, tandis que les autres ne donnaient lieu qu'à des productions étrangères. Cette irrégularité ne fut pas l'une des moindres difficultés.

Dans chaque cas un essai comparatif fut fait dans l'eau pure, mais il n'amena jamais de résultats; à côté de la cellule où était fait le semis dans un liquide nourricier en était un autre disposé sur la même lame, et où, dans des conditions identiques, un semis était tenté dans l'eau pure; sur toutes les espèces étudiées la comparaison fut établie ainsi de façon à voir la différence des développements. Le *Diplodia vulgaris* développé sur le *Cratægus oxyacantha* donna des résultats absolument analogues, quoique le développement parût notablement plus lent; il en fut de même chez celui du Tilleul (*Diplodia*) (voy. pl. 2, fig. 6).

Les spermaties de *Valsa leucostoma* (1) furent recueillies sur une branche de Pêcher, et elles furent semées simultanément dans le même liquide nutritif que précédemment et dans de l'eau pure. Dans l'eau les spores demeurèrent sans changement pendant plusieurs semaines ; dans le liquide nutritif, au contraire, au bout de deux jours ces spores avaient complétement modifié leur forme : grêles, disposées en arc, elles étaient devenues irrégulièrement ovales et s'étaient déjà notablement allongées ; quelques-unes même s'étaient prolongées en un ou deux filaments ; mais après quatre jours elles n'étaient plus reconnaissables : elles avaient pris l'aspect de filaments difformes sur lesquels on voyait à peine, dans certains cas, la spore qui leur avait donné naissance ; mais l'allongement ne continua pas, faute de nourriture probablement (pl. 2, fig. 5).

---

(1) *Carp.*, t. II, p. 185.

Le *Valsa liphæma*, commun sur le Chêne, offre des spermaties de même forme (1).

Semées dans les mêmes conditions, ces spermaties s'accrurent lentement en restant plus ou moins pointues par une de leurs extrémités. Leur grosseur était très-inégale ; au bout de sept jours ces spores avaient plus que décuplé de volume ; après quatorze jours elles avaient encore grossi : quelques-unes d'entre elles présentaient des apparences de prolongements, mais peu nets.

Dans l'*eau pure* il n'y eut aucun développement ni modification d'aucune sorte.

Chez le *Valsa liphæma* M. Tulasne (2) signale non pas des spermaties, comme chez le *V. leucostoma*, mais des stylospores spermatiformes, et nomme l'organe qui les produit *Pycnis spermogonica*. Il a représenté très-exactement quelques-unes de ces spermaties bien nettement courbées en arc, tandis que les autres sont peut-être un peu trop rectilignes. Il a obtenu la germination par un semis dans l'eau ; il a observé aussi ce gonflement singulier des spores, qui est, dans la figure, relativement faible, puisque dans cette espèce la spore peut atteindre jusqu'à dix fois son diamètre primitif. Je n'ai pu obtenir aucun développement des spores dans l'eau pure ; M. Tulasne a-t-il maintenu dans l'eau une coupe transversale d'écorce qui aurait pu fournir quelques éléments nutritifs? C'est cette faculté germinative qui a déterminé l'illustre mycologue à nommer ces spores stylospores, et non spermaties, quoiqu'elles tiennent beaucoup de ces dernières, et à faire un compromis entre les deux opinions en les nommant stylospores spermatiformes. Le *Valsa liphæma* est l'une des espèces les plus communes de nos environs.

---

(1) Tulasne, *Sel. fung.*, t. II, p. 197.

(2) T. II, p. 197, pl. 23, fig. 18-21.

Le caractère général de cette germination dans les espèces précédentes, c'est d'abord un accroissement considérable *en diamètre :* il semblerait que les spermaties se comportent comme des spores qui seraient desséchées, racornies, et qui ont besoin tout d'abord de reprendre leur forme normale. Il ne semble pas, comme dans beaucoup de stylospores (*Diplodia*, *Massaria*, *Melanconis*, etc.), qu'elles aient une première enveloppe externe à rompre pour émettre un filament-germe ; tel est peut-être le caractère qui distingue les stylospores des spermaties.

Après ce premier gonflement survient la naissance de filaments gros et difformes ; mais une fois la nourriture de la goutte épuisée, la germination s'arrête. L'exactitude de cette manière de voir est nettement mise en évidence par ce fait que, quand ces spores sont trop accumulées dans le même liquide nourricier, aucun développement n'a lieu, même à l'air libre.

Des résultats très-nets et très-concluants furent aussi obtenus avec les spermaties d'un Ascomycète très-commun à Chaville, sur le Peuplier, le *Valsa nivea* Fr. (1).

Les spermogonies offrent des cavités labyrinthiformes d'où s'échappent une quantité innombrable de spermaties très-petites, très-grêles, et courbées en arc. Semées dans le liquide nutritif elles ne tardent pas à se gonfler entièrement, et après deux jours elles ont déjà acquis une forme ovale ou irrégulière. Elles s'allongent au bout de plusieurs jours en imitant les spermaties du *Diplodia acerina*, mais elles présentent un accroissement un peu plus considérable. Le plasma a entièrement changé d'aspect ; il présente des traînées reconnaissables ; au lieu d'être dense et trouble, comme il l'était primitivement dans l'intérieur de la spermatie. Au bout de neuf jours, tandis qu'il y a de véritables filaments-germes dans le liquide nutritif, les spermaties placées comparativement dans l'eau pure ne montrent aucun développement. Elles présentent, du reste, un changement analogue à celui qui a été décrit et figuré par M. Tulasne (1) pour les spores endothèques.

---

(1) Tulasne, *Carp.*, t. II, p. 182, pl. 22, fig. 12-21.

Un autre Ascomycète qui se rencontre très-abondamment sur les rameaux tombés à terre du Platane, présente d'abondantes spermogonies, mais elles y sont toujours dépourvues de conceptacles ascophores; on y rencontre aussi, quoique plus rarement, les spores brunes cloisonnées de l'*Hendersonia mutabilis* Berk et Br. (*Pietospora Desmazieri* Mont.), qui ne sont que les stylospores du *Massaria Platani* (2). Ces spermogonies sont groupées sous l'écorce, comme le sont les conceptacles ascophores et les pycnides du *Massaria Platani;* c'est à cette espèce que je les rapporte. M. Tulasne n'a pas signalé de spermogonies chez cette espèce.

Les spermaties naissent sur des filaments allongés cloisonnés; chacune d'elles est portée par un stérigmate très-court et presque nul ici; la cellule qui produit une spermatie s'allonge latéralement au dehors de la cellule immédiatement supérieure et forme comme un début de ramification. Ce prolongement se renfle quelque peu, puis se sépare par une cloison.

Les spermaties sont ovales, d'un diamètre longitudinal égal à $\frac{1}{275} = 0^{mm},0035$. Leur taille et leur origine ne laissent aucun doute sur ce que ce soient bien réellement des spermaties (pl. 9, fig. 3). On conçoit la difficulté de déterminer les espèces quand il faut les recueillir dans un état favorable, et non pas dans un état trop avancé, c'est-à-dire quand les autres organes reproducteurs (pycnides et surtout conceptacles) qui seuls donnent une détermination exacte ne doivent pas encore être développés.

Avec les spores multiloculaires de l'*Hendersonia* se rencontraient quelquefois celles du *Diplodia paupercula* qui sont biloculaires, mais elles se montrent bien plus rarement.

---

(1) *Loc. cit.*, fig. 20 et 21.

(2) *Carp.*, t. II, p. 235.

Semées sur le liquide nourricier, ces spores, au bout de cinq à six jours, s'accrurent en tous sens et demeurèrent à peu près semblables, sauf la taille, à ce qu'elles étaient ; le corps de la spore, plus ou moins visible au milieu du filament, présentait un ou deux prolongements déjà notablement accrus : après dix à douze jours, le point qui correspondait à la spore s'était cloisonné de façon à former des cellules aussi longues que larges, et elles se renflèrent en tonneau, tandis que celles de l'extrémité, plus longues que larges, plus étroites que les précédentes, demeurèrent presque cylindriques. Le plasma interne prit une apparence toute nouvelle ; au milieu des parties granuleuses se montrèrent des gouttes oléagineuses très-particulières, et dont il n'y avait eu jusque-là que des traces. Ces gouttes oléagineuses se rencontrent dans un certain nombre d'espèces d'Ascomycètes ; ici elles montrent que la spore primitive s'est réellement et positivement nourrie aux dépens du liquide qui l'entourait. En même temps que les filaments s'allongaient d'une façon considérable jusqu'à atteindre plus de cent fois leur longueur primitive, la paroi prenait une teinte toute spéciale : elle se colorait en noir, comme cela a lieu dans la plupart des Ascomycètes ; elle montrait une coloration caractéristique de ce groupe de Champignons (pl. 11, fig. 1-6 ; voy. l'explication). Aussi, dans ce cas, la germination ne s'arrêta pas à des indications de filaments, mais elle eut lieu avec une vigueur considérable ; le liquide était probablement mieux approprié à cette espèce qu'à toute autre, et je ne doute pas que des tâtonnements ne permettent d'obtenir un accroissement notable des spermaties d'une espèce quelconque ; il suffira, en effet, de leur fournir une nourriture analogue à celle qu'elles trouvent dans l'écorce qui en permet le développement : il y eut dans la préparation un véritable feutrage gris de filaments entre-croisés et entrelacés. Il ne provenait pas de spores étrangères, comme cela se produit souvent dans les semis de cette nature, et on peut l'affirmer pour deux raisons : la première, c'est que le développement a été suivi de jour en jour; la seconde, c'est que ce développement ne s'est pas montré sur des spermaties isolées, mais sur l'ensemble des spores, c'est-à-dire sur des *milliers*, présentant toutes *à la fois* la même modification. Quand des spores étrangères se sont introduites dans une cellule, c'est toujours isolément, tandis que là toutes les spermaties étaient au même état à la fois. Dans l'eau pure il n'y eut aucun développement; dans l'eau tenant en suspension de la gomme ces germinations purent, comme je l'ai dit plus haut, s'effectuer aisément. Une remarque facile à faire, du reste, et qui ressort de ces observations journalières, c'est que quand une préparation donne de bons résultats en un point, elle en donne de pareils en tous ses points; car dans la nature ces spores, toutes issues de la même spermogonie, sont dans les mêmes conditions; quand l'une germe, l'autre doit germer aussi. L'examen d'un seul point de la préparation suffit; on n'a pas à rechercher avec soin si parmi la masse quelques-unes se sont développées. On peut donc se rendre compte assez rapidement si telle ou telle préparation devra être suivie ou laissée de côté.

On peut signaler spécialement encore un Ascomycète à spermaties rouges rencontré à Chaville sur le Châtaignier, et qui doit être considéré comme la forme spermogoniale du *Sticto-sphæria Hoffmanni* Tul. Les spermaties courbées en arc et très-grêles présentèrent, dans le liquide nutritif, un développement partiel, mais tout particulier. Elles s'accrurent dans le liquide nutritif seulement, mais au lieu de devenir ovales par le gonflement de toute la partie concave, comme cela s'était montré dans les *Diplodia* et *Valsa* cités plus haut, une portion seulement de cette paroi se dilata, de sorte que la spore paraissait, après deux ou trois jours, se composer d'une partie ovale, surmontée d'un arc assez court souvent en prolongement avec l'un des côtés de la paroi (pl. 10, fig. 8).

Cependant toutes les spores qu'on doit faire rentrer dans les *spermaties* de M. Tulasne ne germent pas aussi difficilement; elles n'ont pas toujours besoin d'un liquide nourricier pour se développer et émettre des filaments.

Le *Cucurbitaria Laburni* De Not. (1) est une belle espèce d'Ascomycète qu'on trouve fréquemment sur les rameaux morts du *Cytisus Laburnum* et plantes voisines (2). Les rameaux spermatiophores isolés dans des conceptacles spéciaux sont courts, ramassés et soudés ; leurs cellules sont renflées et globuleuses, de sorte qu'on croirait avoir affaire à des stylospores très-petites ; un regard jeté sur la figure 12 de la planche citée montrera combien ces spores sont différentes des stylospores véritables. Si l'on compare ces rameaux courts et ramassés à ceux des spermaties, à ceux du *Dothidea ribesia* (3) on se convaincra de la grande analogie qu'ils ont entre eux, et on reconnaîtra qu'ils sont identiques. Pour faciliter cette comparaison, j'ai reproduit, pl. 9, fig. 5, la figure de M. Tulasne relative à ces deux espèces (voy. l'explication des planches).

Le polymorphisme des stylospores de cette espèce tantôt cloisonnées dans plusieurs sens et colorées, tantôt sans cloison et incolores, avec tous les intermédiaires, détermina M. Tulasne à les désigner sous le même nom. Il avait remarqué cependant que les *stylospores* blanches viennent parfois ensemble dans un conceptacle spécial qu'il appela *pycnis leucospora*. C'est de l'un d'eux qu'a été extraite la portion de tissu représentée figure 12. Or ces microstylospores blanches ne sont pas tout à fait semblables aux stylospores blanches trouvées dans les pycnides ; au lieu d'être ovales, comme elles ont été représentées d'après la planche de M. Tulasne, elles sont notablement différentes, allongées, assez grêles, *courbées en arc*, plus rarement rectilignes : ce sont de véritables *spermaties* par tous leurs caractères. Ce qui les en a fait séparer, c'est leur facile germination, qui a lieu ici, non dans un liquide nourricier, où elles ont refusé de se développer, mais dans l'eau pure. Comme leurs congénères, elles se gonflent soit dans toute leur longueur, soit par une extrémité seulement, et se cloisonnent de très-bonne heure, de façon à devenir semblables à des spores biloculaires; des filaments proviennent de l'allongement de leur extrémité, mais dans l'eau pure ne peuvent se développer davantage. Plusieurs essais m'ont donné le même résultat : succès relatif sur l'eau, insuccès complet dans le liquide nutritif. Les stylospores brunes ou blanches, au lieu de s'arrêter bientôt, sont remarquables par la facilité avec laquelle elles émettent des filaments-germes qui s'accroissent très-rapidement.

---

(1) Tul., *Carp.*, t. II, p. 215, pl. 27.

(2) Un *Cucurbitaria* très-beau vivait sur les branches mortes du *Colutea arborescens* dans les haies du chemin de fer de Ceinture à Passy, au mois de février 1871 : il ne paraît pas différer du précédent, quoiqu'il y ait sur les légumineuses trois espèces de *Cucurbitaria : C. elongata* Grev.; *C. Spartii* De Not., et *C. Laburni* De Not. (Carp., *loc. cit.*, p. 219.)

(3) Tul., *Carp.*, t. II, pl. 9, fig. 4.

Un autre exemple de développement dans l'eau pure, mais s'arrêtant de même presque aussitôt, est fourni par l'*Aglaospora profusa* De Not. (1). Cette espèce possède des spores endothèques très-remarquables à quatre loges noires contenues dans une enveloppe claire; elle est commune sur les rameaux de *Robinia pseudo-acacia*. Elle possède en outre des stylospores ovales, rosées et des spermaties longues, grêles, courbées en arc, naissant d'un tissu dense, où les arbuscules spermatiophores ne sont pas aisément visibles; ces dernières se trouvent souvent mêlées aux précédentes, ou bien sont renfermées dans des spermogonies isolées.

Placées sur le liquide nutritif, elles n'ont présenté aucun développement; sur l'eau pure, au contraire, après deux jours et demi on pouvait voir sur la paroi un ou deux prolongements non terminaux, mais nés en un point quelconque du côté de la concavité ou de la convexité, comme si la spore se disposait à germer, *sans augmentation de volume;* mais ce développement n'alla pas plus loin. En répétant de nouveau le même semis dans les mêmes conditions, j'ai obtenu les mêmes résultats, également incomplets (voy. pl. 10, fig. 4). Le même fait s'est présenté dans des circonstances semblables avec le *Quaternaria Persoonii* (2), dont les spermaties sont de même linéaires et recourbées en arc (voy. pl. 10, fig. 3).

Ainsi, dans ce cas comme dans le précédent, l'eau qui a déterminé le début du développement de ces spores n'a pu produire un allongement plus considérable; une nourriture appropriée semblait nécessaire. Nous verrons plus loin que les spermaties de l'*Aglaospora profusa* ont pu être semées sur un rameau et donner lieu à la production de l'Ascomycète.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 159, pl. 20.

(2) Tulasne, *Carp.*, t. II, p. 105, pl. 12.

Pour achever de démontrer que les spermaties sont réellement des spores et non des organes *mâles* plus ou moins analogues aux anthérozoïdes, et pour bien montrer qu'elles germent aisément dans certains cas, il suffit de signaler les espèces dont les spermaties germent dans l'eau et dont le développement est moins difficile à obtenir.

Plusieurs de ces espèces sont indiquées dans le magnifique ouvrage de M. Tulasne et ont été représentées par lui à cet état.

Dothidea melanops (*Carp.*, t. II, p. 73, pl. 10). — Les spermogonies à rameaux spermatiophores représentés (*loc. cit.*, fig. 6) sont les analogues de ceux du *Dothidea ribesia* Fr. (*loc. cit.*, pl. 9, fig. 4), sur lesquels il ne peut y avoir de doute; plus condensés ici et plus confus, ils n'en portent pas moins des organes identiques, des spermaties. La présence de stylospores très-nettes confirme encore cette détermination; cependant leur germination est représentée fig. 7 par M. Tulasne lui-même; leur accroissement de volume est très-notable. M. Tulasne les appelle microspores spermatiformes.

Eutypa Acharii (p. 53, pl. 7, fig. 8-20). — Là sont représentées des microtylospores qui de même ont germé. L'auteur figure aussi les mêmes, nées sur des rameaux libres très-semblables aux rameaux spermatiophores (fig. 10). Cette identité lui arrache la remarque que cela prouve combien sont voisines les unes des autres les conidies et ces petites spores considérées comme spermaties ou stylospores (*loc. cit.*, p. 54) : « E mira illa similitudine manifeste patet proximam conidia inter et semina exilia pro stylosporis vel spermatiis habita etiam exstare necessitudinem. » Il les nomme stylospores, mais dans l'*E. flavovirens* il nomme les corpuscules analogues (*loc. cit.*, fig. 4, p. 58) stylospores spermatiformes, et ne parle cependant pas de leur germination.

Dans l'énumération des *Valsa* on trouverait de même décrits des corps reproducteurs ambigus ayant l'apparence de spermaties, mais doués de la faculté germinative : c'est ce qui leur fait donner le nom de stylospores spermatiformes; c'est probablement pour cette raison que l'auteur n'a pas cru devoir réunir aux *Valsa* les stylospores véritables qui ont été décrites sous le nom spécial de *Diplodia*, et qui accompagnent si fréquemment leurs spermogonies, car il y aurait eu deux sortes de spores capables de germer. On peut se reporter aux pages 188 (*V. liphæma*) et 174 (*V. corylina*), on y trouvera la trace de ce cas embarrassant qui se traduit p. 170 dans la description du genre *Valsa* par ces paroles précieuses à recueillir : « Spermatia (quæ si malueris microstylosporas nonnunquam meritissime dicas.....) »; à propos du genre *Eutypa*, p. 60 : « Spermatia seu stylosporæ..... »; à propos des *Dothidea*, p. 65 : « Spermatiæ sive microstylosporæ....., etc. ».

Le *Cenangium Ribis* Fr. (t. III, pl. 19, fig. 1-9, p. 163) présente, outre les stylospores, des corpuscules beaucoup plus petits, qui ne sont que des spermaties; mais, comme elles germent, M. Tulasne les désigne sous le nom de conidies; ces derniers organes se montrent avec une forme bien plus caractéristique chez le *C. Ulmi* Tul., en compagnie de stylospores plus grosses. M. Tulasne dit à ce propos, p. 171 : « Spermatia sinceriora mentiuntur bacillos plerisque Lichenum solennes. » Ces spores sont réellement homologues dans l'un et l'autre cas : elles germent dans le premier, donc elles peuvent probablement germer dans le second, malgré leur forme caractéristique, j'oserai dire *typique*, puisque c'est chez les Lichens que les spermaties ont d'abord été découvertes.

Il semble donc bien établi par ce qui précède que les spermaties peuvent germer, soit sur l'eau, ainsi que cela ressort déjà des figures de l'ouvrage de M. Tulasne, soit dans un liquide nutritif approprié. Cela concorde avec les faits observés dans l'étude du développement des conceptacles ascophores des Ascomycètes; les observations démontrent que la fécondation a lieu lors du développement du conceptacle lui-même, par une conjugation de filaments, et non par le moyen d'anthérozoïdes.

Le liquide nutritif employé fut choisi non pas tout à fait au hasard, mais sans autre essai préalable pour les substances introduites et les proportions, que le triple succès primitif; il a réussi dans presque tous les cas essayés, il fallait seulement le filtrer souvent, sans cela il donnait lieu au développement de bactéries; si les spermaties étaient trop nombreuses dans la préparation, la germination se produisait mal. Certaines raisons feraient croire que ce liquide n'était pas le meilleur possible, car parfois il y avait un dépôt dont la nature, d'ailleurs, n'a pas été reconnue, mais qui devait provenir de la précipitation d'une partie du sucre par le tannin; il se formait parfois aussi une pellicule qui doit être attribuée à la présence du tannin. Il est possible que dans chaque cas il faille des proportions spéciales de produits organiques particuliers; ce point a dû être laissé entièrement de côté. C'est par ces substances (sucre, tannin, essences diverses, alcaloïdes, sels, etc.) répandues en proportions différentes dans les divers végétaux que les Champignons doivent probablement le choix de leur station, tantôt sur des végétaux assez divers (*Stictosphæria Hoffmanni*, *Nectria cinnabarina*, *Eutypa lata*, *Valsa ambiens*, etc.), tantôt sur un seul et unique végétal (*Aglaospora profusa*, Acacia; *Massaria Platani*, Platane). Si cependant les proportions exactes sont nécessaires pour le développement complet, il ne doit probablement pas en être ainsi pour les débuts du développement.

Les essais entrepris sur les Lichens (*Borrera ciliaris* et *Parmelia Acetabulum*) ne donnèrent aucun résultat; il y a en effet ici une difficulté de plus. Les spermogonies des Ascomycètes se décomposent dès qu'elles ont terminé leur végétation, quand leurs spores ne sont plus en bon état et qu'elles sont *passées*, comme on dit vulgairement; en latin on les désigne sous le nom de *spermogonia obsoleta*. Toute la spermogonie disparaît (1); il n'en est pas de même chez les Lichens ; il faudrait choisir des spermogonies de l'année, en bon état, et contenant des spermaties mûres.

---

(1) On peut citer comme exemple très-net de ce fait les spermogonies de divers *Valsa* (*V. salicina*, *nivea*, *ambiens*, etc.), que les anciens auteurs avaient désignées collectivement par le même nom, *Cytispora fugax*.

Cet insuccès est d'autant plus regrettable que la théorie des spermaties considérée comme agent fécondateur vient d'être remise en question chez les Lichens par un travail récent. M. le docteur Stahl, élève de M. de Bary, dit avoir trouvé chez les Lichens un trichogyne plus ou moins analogue à celui des Floridées, sur lequel la spermatie viendrait se fixer, et affirme qu'elle y émet un petit prolongement (1). Sans discuter à fond les observations de M. Stahl on peut ajouter que l'existence d'un filament analogue au filament copulateur femelle (macrocyste), dont la base est le point de départ des filaments thécigères n'est nullement en question. Sous ce rapport M. Stahl a fait preuve d'une grande habileté d'anatomiste ; je ne nierai pas non plus que l'extrémité de ce filament ne puisse sortir au dehors ; mais ce qui paraît singulier dans l'état actuel de nos connaissances, c'est qu'il y ait chez les Lichens une fécondation d'un ordre tout autre que dans les autres Ascomycètes. Les Lichens ne sont pas autre chose que des Champignons parasites sur des algues ; le fait est maintenant hors de doute depuis les beaux travaux de MM. Schwendener, Rees et Bornet ; certaines espèces se rapprochent des *Hysterium* (*Opegrapha*), les autres des *Tympanis*, des *Cenangium* et des *Pezizes*. Or, dans les Ascomycètes il semble probable, depuis les travaux publiés sur ce sujet par MM. de Bary, Woronine, Tulasne, Gillkinet et d'après mes propres observations, qu'il y a unité de type dans le mode de fécondation. Les Lichens feraient-ils exception ? Avant de se prononcer il faut attendre que M. Stahl ait publié des figures et des descriptions et qu'il ait pleinement démontré que les spermaties agissent bien comme les anthérozoïdes immobiles des Floridées.

S'il en était réellement ainsi, le rôle des organes fécondateurs, tel que nous le concevons aujourd'hui d'après les travaux de

---

(1) *Bot. Zeit.*, mars 1874.

MM. de Bary, Woronine et Tulasne, serait profondément modifié ; il y aurait formation des thèques à la suite soit d'une conjugation, soit de l'action de corps fécondateurs, comme dans les Saprolégniées, ainsi que je l'ai montré (1) ; mais il convient d'attendre encore la confirmation de ces observations, que M. Stahl nous fera probablement connaître.

III. — MORPHOLOGIE DES CONIDIES ET DES SPERMATIES ; REMARQUES DIVERSES.

Comment faut-il considérer les spermaties chez les Ascomycètes? — Ce sont des spores (2) au même titre que les autres, puisqu'elles germent et donnent des filaments qui parfois prennent la teinte noire et l'apparence des filaments mycéliaux, et qui contiennent un plasma tout semblable à celui qu'on observe dans les Ascomycètes.

Ce sont des conidies très-petites, de forme tout à fait spéciale et nées sur des arbuscules particuliers dans des conceptacles protecteurs ; elles ne germent pas en général dans l'eau pure et ont un développement assez lent ; leur rôle physiologique semble être déterminé par cette taille très-réduite et les circonstances qu'exige leur germination.

Les spermaties n'appartiennent point à un parasite. — La première idée qui s'offre à l'esprit, maintenant que la faculté germinative y a été reconnue, c'est que les spermaties pourraient être des organismes parasites, vivant aux dépens d'autres espèces.

---

(1) *Ann. sc. nat.*, 5^{e} sér., t. XV.

(2) Faut-il changer ce nom de *spermaties?* Nous ne sommes pas de cet avis ; il est toujours mauvais d'introduire un mot nouveau ; qu'on cesse d'attacher au nom une idée de fécondation qui n'y est pas essentiellement contenue ou exprimée, et qu'on lui laisse la signification de corps reproducteur, qui est aussi conforme à l'étymologie ; ainsi interprété, le nom de *spermatie* peut subsister dans la science. Le nom de *conidies* ne peut leur être réservé, car ce mot sert à désigner des spores diverses (*stylospores* ou *spermaties*), comme on le verra plus loin, et ce serait détourner de son sens général, restreindre un mot employé par tout le monde, et dont la signification nette et précise est admise par tous. Les stylospores et les spermaties sont des conidies particulières.

C'est une ancienne opinion qui se trouvait ainsi rajeunie. Il y a des exemples de ces parasites chez les Ascomycètes ; le plus commun est le *Sphæria cupularis* Pers. (1), qui vit fréquemment aux dépens du *Tubercularia vulgaris* Tode. On peut encore citer le *Nectria episphæria* Tode (2), que l'on rencontre assez souvent sur les sphéries à demi décomposées qu'il remplit plus ou moins complétement. Cette opinion est raisonnable ; est-elle exacte ? On peut affirmer que non.

Les preuves sont de diverses natures :

1° Quand les trois sortes de corps reproducteurs sont immergés dans le même stroma, il y a continuité de tissu entre les divers organes : de bonnes coupes peuvent le montrer aisément. Quand ils sont contenus dans des conceptacles différents et isolés les uns des autres, les tissus présentent un aspect identique, et le mycélium qui les porte offre partout la même apparence ; dans ce dernier cas il arrive souvent que la forme extérieure, au diamètre près, le groupement qui les réunit, la façon dont l'écorce est soulevée ou modifiée, en un mot, le port général de ces conceptacles montrent qu'on a bien affaire à des formes semblables et ayant entre elles la plus grande analogie. L'*Aglaospora profusa* peut donner un bon exemple de ces caractères extérieurs. Les spores sont de trois sortes et très-différentes de forme ; cependant les pycnides et les spermogonies qui soulèvent l'écorce sous forme de petits mamelons régulièrement disposés ont un aspect très-semblable, et, sans la différence de taille, on pourrait les confondre les unes avec les autres. Les *Cucurbitaria* sont un autre exemple de ces faits ; les groupements circulaires de ces belles espèces sont très-semblables dans les trois cas (3). On pourrait encore invoquer le développement précoce de ces petites spores qui précèdent les autres, dont l'apparition a lieu régulièrement autour des spermogonies, s'appuyer sur la disposition circinante des conceptacles ascophores nés après elles. Plusieurs *Valsa* peuvent en fournir des exemples.

---

(1) *Carp.*, t. III, p. 82, pl. 13, fig. 14-21.

(2) *Carp.*, t. III, p. 91.

(3) J'ai montré plus haut que les pycnides leucospores de M. Tulasne, qui peuvent se montrer chez les *Diplodia* comme chez les *Cucurbitaria*, ont parfois été confondues par lui avec les véritables spermogonies.

2° Ne seraient-ce pas des périthèces détournés de leur développement, creusés puis remplis par des Champignons parasites dont les conceptacles reproducteurs avorteraient, comme cela a lieu, par le fait de l'*Exosporium* vivant aux dépens de l'*Hercospora Tiliæ?*

L'identité spécifique des stylospores et des endospores, qui n'est, du reste, pas en doute, est facile à prouver ; il suffit de citer les *Cucurbitaria*, les *Melanconis*, etc., dont les spores de l'une et l'autre nature offrent la même forme. Chez le *Pleospora herbarum*, quoique différentes en apparences, toutes les formes reproductrices peuvent, par germination, donner lieu à des spores qui ont la forme de l'autre. On se servirait, pour les spermaties, d'un raisonnement analogue.

On trouve, en effet, chez le *Stictosphæria Hoffmanni*, chez certains *Valsa*, chez le *Sphæria* (*Pleurostoma*) *Candollei* des spermaties presque identiques aux endospores, ou peu différentes ; chez les *Cucurbitaria* les spermaties rappellent beaucoup certaines stylospores, puisque M. Tulasne les considérait comme une forme de ces dernières, et chez l'*Eutypa Acharii* certaines conidies.

Dans d'autres espèces on trouve spermaties et stylospores, soit séparément, soit dans le même conceptacle (*Aglaospora profusa* De Not.). En un mot, il y a de profondes analogies et une grande parenté entre les trois sortes d'organes reproducteurs.

Enfin, le développement de quelques-uns de ces corps reproducteurs, aussi bien des stylospores que des spermaties, donne lieu à des filaments noirs, dont l'apparence, la couleur et le plasma interne sont semblables dans les filaments qui constituent les parois des conceptacles. La cavité est donc remplie, non pas par un parasite, mais par le corps reproducteur du même Champignon que celui qui en forme les parois. La présence, chez un grand nombre d'Ascomycètes, de trois formes de spores distinctes comme origine, et le plus souvent aussi comme forme, doit être considérée comme nécessaire à signaler ici. L'importance en est grande, surtout dans les cas où ces trois formes de spores germent toutes les trois avec facilité, qu'elles soient différentes (*Hypomyces*), ou bien qu'il y ait entre elles une analogie évidente et des passages (*Pleospora*) ; cette remarque trouverait également sa place au paragraphe précédent.

Quel est le caractère distinctif des spermaties? — M. Tulasne considérait autrefois l'absence de germination comme suffisante ; c'était même là son critérium : nous avons vu que l'on doit abandonner cette manière de voir et chercher un autre caractère en dehors des considérations précédentes. C'est d'ailleurs une question assez embarrassante ; les éléments que nous avons réunis jusqu'ici ne sont peut-être pas suffisants pour la résoudre, il faudrait faire une étude complète de l'ensemble des Ascomycètes. Dans certains cas cela pourrait acquérir de l'importance. Si une espèce présente deux sortes de conceptacles seulement, l'un d'eux contenant des thèques, l'autre devra-t-il être nommé spermogonie ou pycnide ? Il y a des cas fort obscurs ; et comment, en effet, classer les corps reproducteurs nommés dans le *Selecta fungorum Carpologia : stylospores spermatiformes?* Essayons d'analyser les faits. Il paraîtrait, au premier abord, y avoir dans ces petits corps deux groupes bien distincts par leur origine, que M. Tulasne a également nommés spermaties. Les uns naissent sessiles sur des filaments assez courts réunis en une couche dense et serrée (*Polystigma rubrum*, *Diatrype quercina*, *Rhytisma acerinum*). Les autres sont portés par des filaments cloisonnés, dont chaque article est fertile. C'est le plus grand nombre dans les Ascomycètes et les Lichens.

Cette distinction semble assez tranchée. La première catégorie des spores rappelle les conidies des *Hypoxylon*, et, dans certains cas, d'une façon assez complète : ce sont, en apparence, des microstylospores. Les petites spores de la sphacélie du *Claviceps purpurea*, que M. Tulasne avait d'abord nommées spermaties, rentrent dans ce cas ; il reconnut plus tard leur faculté germinative et ne les considéra plus comme telles. Les spores de ce groupe sont souvent courbées en arc, leur diamètre longitudinal étant de beaucoup supérieur à leur diamètre transversal (*Diatrype quercina*, *Aglaospora profusa*, *Polystigma rubrum*). Les autres seraient les spermaties proprement dites; mais, dans plusieurs cas, il y a des intermédiaires entre ces deux formes. On conçoit, du reste, que si le filament cloisonné est entrelacé avec d'autres de même nature de telle sorte que le stérigmate, généralement court, d'où naît la petite spore soit seul dressé, on retombera dans le cas précédent. Si les cloisons sont très-rapprochées, les stérigmates s'allongeant un peu, nous retomberons encore dans un cas très-analogue (*Eutypa Acharii* (1), *Melanconis lanciformis*) (2).

Il y a donc des transitions entre les deux catégories, de telle sorte qu'on puisse hésiter sur l'interprétation à donner à telle ou telle spore. On voit qu'on ne peut pas trouver de caractère distinctif tiré de la manière dont elles naissent sur les filaments.

Un cas curieux à citer dans l'ouvrage de M. Tulasne est celui du *Valsa* (*Nectria?*) *chrysoides* (3); on y verra le genre de difficulté qui peut se présenter maintes fois. Il y a la plus grande analogie entre la figure 15, qui donne l'insertion des *conidies* et la figure 11 du *Melanconis lanciformis* (*loc. cit.*), qui donne celle des spermaties. Il faut remarquer, d'ailleurs, que les cloisons des filaments n'ont pas été indiquées dans l'un et l'autre cas. Que conclure de là? C'est qu'il est impossible de décider par ces considérations seules si l'on a affaire à l'une ou à l'autre sorte de spores, et dès à présent on peut concevoir que, guidé par le seul critérium tiré de la germination, M. Tulasne a pu commettre des erreurs et considérer comme stylospores des spores qui étaient en réalité des spermaties, et réciproquement.

Peut-être vaudrait-il mieux, pour la distinction des deux ordres de spores, laissant ou non de côté leur mode de développement, s'adresser à un caractère tiré de la nature des enveloppes et de leur nombre.

---

(1) *Carp.*, t. II, pl. 2, fig. 12, p. 53.
(2) *Ibid.*, pl. 16, fig. 11, p. 82.
(3) Tulasne, *Sel. fung. Carp.*, t. III, pl. 3, p. 107.

Dans les Pyrénomycètes supérieurs, où la variation des formes s'étend entre des limites peu étendues, l'insertion des spermaties, c'est-à-dire leur naissance sur des rameaux plus ou moins allongés, sur de courts stérigmates sessiles, sur la paroi, peut avoir quelque importance; mais chez certains Ascomycètes moins élevés, dans le cas où la variation est excessive, cette considération perd évidemment de son importance. Tout en la conservant à titre d'indication générale, n'obtiendrait-on pas de meilleur résultat d'un critérium emprunté à l'autre ordre d'idées? On donnerait alors une plus grande importance à la constitution de la spore elle-même : les spermaties sont des spores à parois minces nées sur les articles de rameaux particuliers; les stylospores paraissent être en général des spores à double enveloppe. Les premières possèdent une membrane extensible, dilatable; les autres, revêtues d'une membrane externe, dilatable aussi dans une certaine mesure, doivent la rompre pour se développer : leur organisation est plus complète. Ce sont aussi des spores acrogènes, mais ce ne sont pas des conidies de même ordre que les autres : ce sont des conidies *chlamydées*.

On a vu dans les pages précédentes que, comme les stylospores, les spermaties sont douées de la propriété germinative; la grande ressemblance de ces dernières avec certaines conidies permet de se demander quelle est la définition des spores que M. Tulasne désigne sous le nom de conidies. Cette définition est contenue dans le fait qu'elles naissent toutes librement à la surface de l'Ascomycète, et non contenues dans des cavités spéciales. Or, en examinant la série des espèces présentant des conidies, nous voyons qu'il y en a de fort différentes : les unes petites, à membrane mince (*Xylaria*), les autres grosses, à membrane épaisse (*Melanconis*); il convient alors de se demander si sous ce nom de conidie les premières ne seraient pas les analogues des spermaties, les secondes des stylospores, et si sous cette appellation on ne confond pas deux ordres d'organes.

Au lieu de trois ordres de spores non comparables, il n'en resterait plus que deux ; ce serait une grande simplification dans l'étude des formes reproductives.

Pour nous éclairer sur l'exactitude de cette conception, cherchons à passer des stylospores et spermaties encore assez nettes de certaines espèces et rappelant celles des Pyrénomycètes supérieurs, aux organes plus variables et polymorphes des Ascomycètes inférieurs, et là nous nous trouverons conduits à considérer quelques formes de Mucédinées. Il ne faut pas se dissimuler que des unes aux autres il y a des solutions de continuité, et que dans quelques cas l'analogie sera peut-être un peu lointaine au premier abord ; c'est la conséquence naturelle des faits eux-mêmes. Il sera peut-être possible, d'ailleurs, de combler plus tard les vides les plus considérables et de relier la série des formes par des chaînes plus solides et des intermédiaires plus immédiats.

On a insisté plus haut sur la grande ressemblance qui existe entre les spermaties et les conidies, analogie déjà signalée du reste par M. Tulasne, dont la phrase est citée p. 70. Il est nécessaire, avant d'entreprendre la comparaison des différentes sortes d'organes, de se pénétrer de cette analogie. Elle se retrouve aussi chez les stylospores, à un degré presque égal, de telle sorte qu'on ne devra pas être étonné de retrouver libres et non situés dans des conceptacles les arbuscules spermatiophores ou stylosporiques. Ces derniers, quand ils sont libres, ont été considérés comme semblables aux premiers, et leurs spores ont de même reçu le nom de conidies. Il arrive donc que sous ce nom de conidies se trouvent désignées *aussi bien des spermaties que des stylospores :* il convient donc de séparer avec soin ces deux cas et de débrouiller ce qui doit rentrer dans l'une ou l'autre catégorie. Mais ce second cas est beaucoup plus rare que le premier. Les *Melanconis* en offrent une série de remarquables exemples ; on voit, chez diverses espèces de ce genre, des spermaties véritables associées à une deuxième sorte de spores nommées *conidies* parce qu'elles naissent libres sur le stroma ; mais leur membrane épaisse, leur couleur foncée, leur analogie générale avec les stylospores des *Massaria* et *Cucurbitaria* montrent qu'on a réellement affaire à des stylospores libres.

Quand on pratique une coupe mince à travers une spermogonie il n'est pas rare, surtout si l'on a affaire à un organe en pleine activité organique, de rencontrer sur les arbuscules spermatiophores, à tous les états de développement, les spermaties encore attachées à l'extrémité des rameaux. Il est nécessaire, pour cette étude, d'opérer sur des plantes vivantes ; si l'on a recours à des organes desséchés, on éprouve une très-grande difficulté pour l'observation ; les coupes paraissent être plus faciles à obtenir aux dépens d'un tissu qui prend la consistance de la cire, mais l'observation des détails est incomparablement moins aisée.

Les spermaties se développent de la manière suivante :

A l'extrémité des rameaux latéraux plus ou moins allongés se forment de petits renflements ; le stérigmate effilé en alène s'est légèrement gonflé ; la petite partie développée à son extrémité s'allonge plus ou moins, mais sans que son diamètre s'accroisse beaucoup ; elle conserve la dimension transversale du filament qui lui a donné naissance. Tantôt la petite spore demeure rectiligne, tantôt, au contraire, et c'est le cas le plus fréquent, elle se courbe légèrement en arc ; dans le cas où les spermaties sont fort longues, elles sont presque toujours fortement courbées (*Diatrype*, *Aglaospora*, *Quaternaria*). Il est difficile de décider, comme on a tenté de le faire pour les spores des Hyménomycètes, d'où dérive cette nouvelle formation et quel changement subit le plasma à l'extrémité du stérigmate ; les grossissements les plus énergiques paraissent encore insuffisants.

Tant qu'elle n'a pas acquis son volume définitif, la spermatie reste adhérente au filament ; elle en est séparée par un étranglement assez sensible, et c'est là que se fait la séparation en deux de la cloison qui isole la spore de son support. Ces petits corps sont englobés dans une sorte de mucus qui paraît être exsudé par chacun d'eux, et probablement aussi par les filaments qui leur donnent naissance ; cela est très-visible dans les

Lichens : quand ce mucus se gonfle sous l'action de l'humidité, les spermaties sont chassées au dehors (1).

Ce qui vient d'être dit s'appliquerait intégralement aux conidies les mieux caractérisées ; nous allons voir, en effet, par l'examen des divers appareils conidiaux, la ressemblance extrême qu'ils présentent avec les formes typiques des filaments spermatiophores.

Les stylospores véritables (en restreignant ce nom aux formes asexuées qui accompagnent les spermaties, microstylospores ou microconidies), offrent un ensemble de caractères assez reconnaissables dans certains cas. Elles sont produites à l'extrémité de filaments en général courts qui tapissent la cavité des pycnides ou qui peuvent être libres et pluricellulaires. L'extrémité du filament, primitivement arrondie ou obtuse, se renfle d'une façon considérable de manière à dépasser une ou plusieurs fois son diamètre propre. En même temps que ce gonflement une élongation considérable se manifeste ; si la stylospore doit présenter plusieurs cloisons elles se produisent à cet instant. Lorsque la stylospore a atteint sa forme définitive, elle est encore attachée au filament, et sa membrane est encore incolore ; cette membrane ne tarde pas à s'épaissir, mais pour que la spore acquière son aspect définitif, elle a souvent besoin de subir le contact de l'air. L'action de l'air détermine un brunissement particulier de la partie la plus externe, tandis que la plus interne demeure incolore : cette dernière est restée mince, tandis que l'autre s'est notablement accrue et modifiée ; dans certains cas même l'épaisseur de la paroi est une fraction considérable du contenu de la spore. Lorsque la germination a lieu, cette membrane externe se rompt et c'est l'interne qui fait hernie au dehors.

Il n'est pas rare de voir la spore ornée de prolongements, pointes, cils qui ne prennent pas part à ce noircissement : certaines cellules, en général celles des pôles, sont parfois dans ce cas. La modification exercée par l'action de l'air est manifeste sur les stylospores du *Massaria eburnea* et sur la forme très-probablement stylosporique décrite à part sous le nom de *Diplodia*. M. Tulasne a signalé ces deux faits et revient sur le dernier en plus d'un endroit de son ouvrage.

---

(1) A ce gonflement du mucus se joint aussi une action spéciale des parois due à l'hygroscopicité des filaments ; mais le gonflement du mucus est un fait très-sensible dans certaines espèces, principalement chez les Lichens ; on l'observe aussi chez certaines endospores ou stylospores ; quelques-unes sont environnées d'une auréole muqueuse qui se dilate dans l'eau (*Massaria*, etc.), et subsiste autour de la spore.

De même que les *Diplodia*, les *Hendersonia* et *Pestalozzia* (pl. 11, fig. 10-12) doivent être probablement tenus pour des formes stylosporiques d'Ascomycètes.

Quelquefois la formation stylosporique est plus compliquée, on peut citer le *Prosthemium betulinum*, appareil stylosporique du *Massaria siparia* selon M. Tulasne, un *Prosthemium* lié de la même façon au *Nectria armeniaca* et le curieux *Asterosporium Hoffmanni* évidemment voisin des espèces précédentes, mais dont la forme typique n'est pas clairement établie. On peut voir (pl. 11, fig. 7 *a-c*) les périodes diverses du développement du *Pr. betulinum*, dont certains prolongements restent stériles, tandis que d'autres s'accroissent et se cloisonnent. On consultera avec intérêt le *Sel. Fung. Carpologia*, t. II, p. 234 et 242, et t. III, p. 76, où il est question des rapports de ces espèces entre elles.

Il est probable que les genres *Triposporium* Corda, *Hirudinaria* Ces., *Speira* Corda, *Dictyosporium* Corda, etc., sont très-voisins des précédentes formes, et ces dernières nous conduisent insensiblement aux *Pleospora*, *Fumago* et autres espèces où la membrane des filaments et des conidies brunit à l'air et s'incruste, tandis que les petites spores décrites par M. Tulasne comme des stylospores offrent une plus grande ressemblance avec les microstylospores ou spermaties. Mais, comme mes études sur les espèces diverses de ces groupes n'ont pas été assez complètes, je suis forcé, à mon grand regret, de m'arrêter ici brusquement sans conclure relativement à ces deux derniers genres et de reprendre le sujet étudié plus spécialement, c'est-à-dire la morphologie des appareils spermatiophores.

Pour l'étude particulière des organes spermatiophores il convient tout d'abord de prendre comme origine les organes assimilés aux spermogonies des Lichens et désignés par le même nom chez les Ascomycètes. Les arbuscules spermatiophores sont formés de filaments dressés dont chaque cellule se prolonge latéralement au-dessous de celle qui la surmonte ; le court rameau ainsi formé est porteur d'une petite spore de forme variable, mais à membrane simple et à plasma dense. Ce sont de véritables conidies ; les cellules qui leur donnent naissance sont tantôt courtes, comme dans le *Physcia ciliaris*, tantôt, au contraire, plus allongées, *Parmelia Acetabulum* (voy. pl. 9, fig. 1).

Chez la plupart des Ascomycètes les arbuscules spermatiophores affectent une forme très-analogue. Chez certaines espèces ils sont constitués par des cellules courtes se prolongeant en courts stérigmates latéraux ; on voit sans peine que ce sont des formations très-analogues à celles des Lichens. Chez d'autres espèces les cellules des filaments sont beaucoup plus grêles, les stérigmates constituent de véritables rameaux latéraux, et parfois quelques-uns d'entre eux se séparent par des cloisons ; il n'est pas rare d'en voir alors plusieurs naître à la même hauteur. Leur nature est très-évidente quand ils prolongent un article du filament, mais l'on passe aisément, par la pensée, de ce cas à celui où le stérigmate s'isole et devient lui-même une cellule latérale (pl. 10, fig. 2). C'est ce qui se rencontre le plus fréquemment dans les Ascomycètes et qu'on a représenté chez le *Valsa ambiens*. Cette forme diffère à peine de la précédente, et M. Tulasne la proclame identique à l'autre ; c'est une modification très-générale du filament qui porte les spermaties ; on s'en rendrait compte en feuilletant les planches du *Selecta Fungorum Carpologia*.

Le *Nectria cinnabarina* Tode (1), l'une de nos espèces les plus communes, se présente en grande abondance sur les branches mortes l'hiver et le printemps dans les jardins et les haies. La première forme sous laquelle il se montre constitue le *Tubercularia vulgaris* Tode. Si l'on pratique des coupes minces du *Tubercularia*, on reconnaît qu'il est formé d'un stroma rouge duquel partent un grand nombre de filaments disposés en éventail et porteurs d'une masse considérable de spores. Ces filaments sont cloisonnés, et chacune de leurs cloisons porte un court stérigmate qui donne naissance à une conidie; cette conidie est fort petite, ovale et pleine d'un plasma dense; les filaments ont la constitution des filaments spermatiophores, les conidies la forme et la dimension des spermaties. On a affaire à des spermogonies à surface libre, comme le sont sous une couche d'écorce celles du *Stictosphæria Hoffmanni* Tul. (1) (*Sphæria Stigma* Hoffm.), et non disposées en forme de cavité. Les filaments du *Tubercularia* donnent naissance à un nombre énorme de petites spores, comme ceux des spermogonies ordinaires; ils diffèrent de la forme typique par un allongement plus grand des cellules qui les constituent, mais leur disposition générale est absolument la même (voy. pl. 1, fig. 8).

---

(1) *Carp.*, t. III, p. 79, pl. 12.

Si nous étudions le *Xylaria Hypoxylon*, si commun sur les vieilles souches dans les bois dont les stromas fruticuleux portent tantôt des conceptacles ascophores, tantôt des conidies, nous verrons que dans le premier cas le stroma est d'un noir intense, et dans le second d'une blancheur éclatante due au tissu conidiophore : une coupe transversale montre qu'il est formé de filaments dressés, très-petits, cloisonnés, dont la cellule terminale donne naissance à une petite conidie (2) ; mais la cellule terminale n'est pas la seule douée de cette propriété, celle qui est au-dessous peut aussi quelquefois en émettre une : n'a-t-on pas là de véritables filaments spermatiophores très-semblables aux arbuscules les mieux caractérisés des Pyrénomycètes et des Lichens ?

Dans le *Poronia punctata* (3) un plus grand nombre d'articles sont prolifères, mais les stérigmates des conidies sont presque nuls ; dans d'autres *Hypoxylon*, *H. fuscum* (1), les articles prolifères sont franchement rameux.

---

(1) Tulasne, *Carp.*, t. II, p. 51, pl. 6, fig. 1.

(2) *Sel. fung. Carp.*, pl. 1, fig. 3. (Cette figure a été reproduite ici, pl. 1, fig. 7).

(3) *Carp.*, pl. 3, fig. 10.

Si nous passons aux *Hypomyces*, nous y rencontrons, outre les endospores, deux formes de spores, également libres et portées sur des arbuscules. Les unes, à membrane épaisse, colorée et double, représentent évidemment les stylospores : elles sont plus ou moins analogues à celles des *Melanconis*, des *Massaria* et des *Cucurbitaria* ; les autres pâles et à membrane mince représentent les spermaties.

Le fait commun à l'ensemble de ces espèces qui vivent toutes aux dépens d'autres champignons, c'est de présenter, outre les conceptacles ascophores, deux ordres de spores parfaitement homologues, et dont le parallélisme complet ne peut être mis en doute. Ces curieux parasites, dont M. Tulasne a donné de magnifiques dessins, vont nous montrer la variation possible dans chacune des deux formes.

L'*Hypomyces aurantius* (Pers. sub *Sphæria*) possède des arbuscules conidiophores, où les stérigmates sont très-allongés et forment des rameaux latéraux (pl. 9, fig. 9). L'existence de deux autres modes de reproduction ne permet pas de douter que la troisième ne corresponde aux spermaties ; on constate d'ailleurs une analogie de forme avec la forme typique décrite plus haut et représentée planche 9, figure 2.

A l'extrémité des rameaux naît une spore acrogène ovale qui se détache et tombe. Elle peut être encore adhérente lorsque commence en dehors d'elle la formation d'une seconde spore née de même à l'extrémité du filament, et qui la soulève peu à peu et s'isolera d'elle. La spore la plus extérieure sera ainsi la plus ancienne.

Il y a une analogie réelle avec ce qui se passe chez les *Penicillium*, et les conidies en chapelet des genres voisins des *Hypomyces* (ex. *Melanospora*, *Torrubia*) fournissent des exemples semblables. Il y a d'ailleurs, dans les *Torrubia* et *Hypocrea* (2) les représentants identiques des arbuscules spermatiophores; les spores chlamydées paraissent y faire le plus souvent défaut. Chez l'*Hypomyces aurantius* comme chez l'*H. ochraceus* Pers. (1) les conidies sont parfois biloculaires, quoique souvent simples; chez l'*H. chrysospermus* elles sont le plus souvent biloculaires; chez l'*H. rosellus* Tul. (2) elles sont pluriloculaires.

---

(1) *Carp.*, t. II, pl. 4, fig. 3.

(2) *Carp.*, t. III, pl. 1, fig. 27 ; pl. 2, fig. 9 ; pl. 3, fig. 7, 13.

Il est bien certain que dans tous ces cas divers on a toujours affaire à des formes homologues et qu'il faut considérer comme identiques morphologiquement.

Les *Hypomyces* possèdent donc un appareil conidiophore représentant les spermogonies des autres Ascomycètes, qui établit et montre la transition entre la forme typique et d'autres formes au premier abord fort différentes. C'est ainsi que les spores en chapelet du *Penicillium glaucum* trouvent leurs analogues; cette ressemblance est appuyée par les recherches récentes de M. Brefeld, qui a obtenu et décrit les conceptacles de cette espèce, conceptacles à parois celluleuses ayant à mon sens quelques-uns des caractères des perithèces propres aux *Hypomyces*. Les espèces dont les conidies sont pluriloculaires nous conduisent aux spores courbes des *Selenosporium*, *Stilbum* (partim) et *Atractium*, *Fusisporium*, *Fusarium*, dont l'analogie avec les *Hypomyces* est évidente; une apparence générale, la teinte du plasma souvent colorée, la disposition des spores indiquent une parenté incontestable. C'est à cause de cette analogie que M. Tulasne, ayant pu rattacher plusieurs de ces formes conidiales à leur forme ascophore, a placé ces dernières dans le grand groupe des Nectriacées, à côté des *Hypomyces*. C'est ainsi que, selon M. Tulasne, l'*Atractium flammeum* Berk et Ravenel, est la forme conidiale du *Sphærostilbe flammea* Tul. (3); l'*A. cinnabarinum* Mont. appartient au *Sph. cinnabarina* Tul. (4); le *Fusisporium Buxi* revient au *Nectria Russeliana* Mont., etc. J'ai pu, dans une culture prolongée pendant plusieurs semaines, vérifier le premier de ces faits.

---

(1) *Carp.*, t. III, p. 41, pl. 7.
(2) *Carp.*, p. 45, pl. 6.
(3) Tulasne, *Carp.*, t. III, p. 104, tab. XIII.
(4) Tulasne, *Carp.* t. III, p. 103.

Cette parenté a déjà été indiquée par l'illustre mycologue français, et ce qui vient d'être dit a pour but de le rappeler. Il a montré la relation qui lie toutes ces formes ; mais, en continuant l'étude des Mucédinées, on peut prévoir qu'il y a un certain nombre d'espèces et peut-être de genres que nous devrons rapprocher les uns des autres, et déduire de là leur place dans la série.

Sans faire appel à des considérations nouvelles on peut remarquer l'analogie extrême de certaines formes de Mucédinées avec les *Hypomyces* dont il vient d'être question ; c'est ainsi que les *Verticillium*, *Acrostalagmus*, *Acrocylindrium*, *Cylindrophora*, *Acremonium*, dont plusieurs formes sont figurées planche 9 (voy. l'explication), constituent probablement les représentants des arbuscules spermatiophores d'espèces d'Ascomycètes plus ou moins voisins des *Hypomyces;* il en est de même des *Dendrochium*, dont l'une des espèces se rapporte vraisemblablement au *Sphærostilbe aurantiaca* Tul.

A l'appui de cette manière de voir on peut citer l'opinion de M. Bonorden ; il constata lui-même l'analogie des *Verticillium* avec les arbuscules spermatiophores des Ascomycètes, et crut pouvoir considérer son *Verticillium ruberrimum* comme la forme spermatiophore du *Trichothecium roseum* Lk. (1). M. de Bary s'étant assuré que les spores, très-petites d'ailleurs, possèdent cependant la faculté de germer, contesta cette assimilation (2). Il contesta aussi que le *Verticillium* fût une forme du *Trichothecium*, opinion qui paraît en effet peu admissible.

Aujourd'hui, et pour d'autres raisons, on peut reprendre l'opinion de M. Bonorden et assimiler ces petits arbuscules à ceux des *Hypomyces*, et par conséquent aux filaments spermatiophores des Ascomycètes. La figure 11 de la planche 10 représente une espèce développée en grande abondance sur des feuilles décomposées du *Vitis riparia*, à Bordeaux, au mois de novembre 1873; en même temps qu'elle, sur le même substratum, se trouvaient, en abondance aussi, les spores d'un *Sepedonium;* brunes, échinées, surmontant une cellule vide, on peut les assimiler aux chlamydospores des *Hypomyces* et les rapporter à l'espèce précédente. Sans juger la seconde question (très-douteuse d'ailleurs), on ne peut s'empêcher de remarquer la grande analogie qui existe entre cette forme conidiophore et les *Hypomyces;* je rapporterais cette espèce à l'*Acrostalagmus cinnabarinus* Corda (*Verticillium ruberrimum* Bonorden) dont il vient d'être question.

---

(1) *Bot. Zeit.*, 1864, p. 249.

(2) Voy. *Morph. und Phys. der Pilze*, p. 169, trad. franç. (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, 1866, t. V, p. 361).

Il est à remarquer que, comme chez les *Hypomyces*, les spores peuvent demeurer à l'extrémité des stérigmates, soit qu'elles ne naissent pas toujours au même point de l'extrémité du filament, soit qu'elles restent engluées par un liquide qui les agglutine. La présence du liquide visqueux se voit dans les spermogonies plus nettement caractérisées (*Valsa*, *Diatrype*, *Sticlosphæria*, etc.), et même dans les pycnides. C'est ainsi qu'à l'extrémité des rameaux de l'*Acrostalagmus*, (comme de l'*Hypomyces rosellus*), par exemple, se forment des globules ou capitules de spores. Il n'y a pas de sporange autour de ces amas de spores, ainsi que cela est, d'après Corda, représenté dans les *British Fungi* de M. Cooke (1), qui le considère comme une Mucorinée.

Cette disposition particulière et la naissance de plusieurs spores à l'extrémité d'un stérigmate, fait qui peut s'observer aisément, notamment dans les spermogonies du *Tryblidium quercinum*, nous mènent aux formes où plusieurs conidies naissent à l'extrémité des filaments; nous considérerons donc comme représentant les organes spermatiophores, le *Polyactis cinerea* Berk, forme particulière du *Peziza Fuckeliama* d'après M. de Bary. Il y a un grand nombre de genres voisins des *Polyactis*, et plusieurs d'entre eux sont fort curieux, qui doivent probablement être considérés de la même manière, mais il faudrait en faire une étude plus approfondie pour pouvoir se prononcer avec certitude.

---

(1) *British Fungi*, p. 635.

L'*Hypomyces asterophorus* Tul. présente une forme de conidies en apparence très-dissemblable à celle des autres, mais dont la valeur morphologique est aussi la même ; ce sont des filaments simulant des antennes d'insectes et qui se désarticulent en une foule de petites conidies. Il suffit de se représenter la formation des spores nouvelles sans la production de l'étranglement qui accompagne la cloison ; on aura ainsi des files de conidies rectangulaires, et non un chapelet de spores ovales.

La comparaison des stylospores donnerait lieu à des remarques très-intéressantes, et l'on voit, par les espèces qui viennent d'être passées en revue, la différence que peuvent offrir finalement des organes homologues et qui représentent réellement l'appareil spermatiophore.

L'analogie avec les genres précédents nous permettrait probablement de ranger non loin des *Acrostalagmus* et *Verticillium* le curieux *Gonytrichum cæsium* Corda (1), et non loin encore de ces espèces le *Cylindrodendrum album* Bonorden (2) ; le remarquable *Ceratocladium microspermum* Corda (3) lui est assez analogue d'après M. Bonorden (*loc. cit.*). Le *Chætopsis Vauchii* est de même une forme spermatiophore, mais elle se rapproche plus de la forme type que celles qui viennent d'être citées (pl. 1, fig. 14). M. Tulasne le considère comme analogue à la forme conidifère du *Chætosphæria innumera* Tul. décrite autrefois sous le nom de *Dematium virescens* Pers. (4).

Je n'examine point dans ce travail cette dernière forme et ses analogues qui sont souvent décrites sous le nom collectif de *Dematiei*. Cet ensemble renferme des espèces dont la membrane s'incruste et s'épaissit ; il y aurait un examen particulier à faire des divers genres qui sont dans ce cas, qu'ils soient connus complétement (*Fumago*, *Pleospora*) ou incomplétement (*Exospo-*

---

(1) *Icones*, t. X, fig. 51.

(2) *Handb. der Myk.*, pl. 5, fig. 12, p. 98. (Voy. ici même pl. 1, fig. 12.)

(3) *Icones*, t. V, pl. 2, fig. 19.

(4) *Carp.*, t. II, p. 253.

rium (1), *Hirudinaria*, *Speira*, *Asterosporium*, *Sporocybe*, etc.). On en a dit quelques mots plus haut relativement aux difficultés que l'étude de ce point spécial soulèverait.

Il y a aussi des cas où au lieu de trois sortes de spores on en trouve en réalité quatre ; on en voit des exemples chez les Nectriacées (*Nectria pulicaris* Fr.) (2), ce sont des exceptions rares et qui mériteraient un examen spécial ; ce n'est pas le lieu de les examiner ici où l'on ne s'occupe que des faits les plus généraux : il faut se garder de confondre les formes parasites avec leur hôte ; cette confusion impossible quand il s'agit de deux formes ascophores (*Nectria cinnabarina* et *Sphæria cupularis*) serait facile entre des organes de reproduction asexuée.

C'est probablement à des formes spermatiophores qu'appartiennent les conidies de petits Ascomycètes parasites sur les feuilles des plantes languissantes et qui y forment des taches pulvérulentes recouvrant le tissu mis à mort et en partie desséché. Les houppes de filaments sortent par les stomates, comme cela a lieu chez les Péronosporées, et chaque filament est terminé par une spore allongée et incolore ; il en naît d'autres sur les parties latérales des filaments. Quelquefois simples, parfois cloisonnées, ces conidies ressemblent à celles des *Fusisporium*, et ont vraisemblablement une valeur morphologique identique. Plusieurs de ces parasites ont été confondus sous le nom de *Oidium fusisporioides* Fr., donné en général à la forme conidiophore ; ils ont été désignés aussi sous des noms divers, dont quelques-uns ont été cités déjà plus haut à propos d'autres comparaisons ; plusieurs espèces des genres *Hormodendrum*, *Cylindrosporium* et *Graphium* devront de même rentrer dans la même catégorie. Elles se rencontrent fréquemment dans nos environs à des époques variables pour chaque espèce. C'est ainsi que sur l'*Adoxa* et la Ficaire, plantes précoces, les *Stigmatea* sont précoces aussi ; ils se montrent en été sur les *Symphytum*, pendant l'automne et l'hiver sur le *Glechoma hederacea*.

---

(1) L'*Exosporium Tiliæ* offre plus d'une analogie avec certains *Pleospora* (*Pl Clavariarum*) aussi bien par ses spores que par son parasitisme.

(2) *Carp.*, t. III, p. 68, pl. 13, fig. 5-9.

M. Tulasne a donné (1) des figures magnifiques du *Stigmatea Fragariæ*. Les conidies, quand l'air humide favorise leur développement, peuvent former des séries adhérentes et qui imitent la curieuse disposition qui se présente chez l'*Hypomyces asterophorus*. Il y a donc une véritable parenté entre toutes ces formes appartenant à des espèces naissant dans des conditions si différentes et distinctes d'ailleurs entre elles ; mais on ne peut s'empêcher de remarquer qu'une ressemblance générale les réunit toutes.

Dans les *Erysiphe* l'appareil conidiophore simplifié et réduit à un rameau unique est encore l'analogue de ceux-ci. Les spores naissent de même en files et tombent à mesure qu'elles sont mûres ; elles forment des chapelets plus ou moins longs, suivant les circonstances extérieures.

De l'appréciation exacte des diverses formes résulterait peut-être un rapprochement plus aisé des espèces. De la comparaison des organes de même valeur : périthèces, pycnides, spermogonies (ce dernier mot employé dans le sens modifié), il résulterait certainement une connaissance plus parfaite des affinités des diverses plantes.

Il est certain que le classement, d'après l'importance du stroma seul, est artificiel, comme toutes les classifications fondées sur un caractère unique, et plusieurs Ascomycètes à conceptacles isolés pourraient être rapprochés des *Hypoxylon* sans rompre pour cela les analogies naturelles. Certains genres très-nettement définis le sont par d'autres caractères que leur stroma. On pourrait ainsi rapprocher le *Stictosphæria Hoffmanni* Tul. non des *Hypoxylon*, mais des *Valsa*, avec lesquels il a beaucoup plus d'analogie ; il en est de même pour plusieurs espèces fimicoles. D'après ces considérations l'idée du genre, fondée en partie sur la forme extérieure et la valeur du stroma, serait profondément modifiée.

Il faudrait faire entrer en ligne de compte, principalement dans le cas où ils sont représentés par des cavités séparées, la comparaison des divers modes de reproduction à un degré peut-être égal ; mais cette évaluation des analogies devrait être précédée d'un travail préliminaire. Il faudrait chercher à établir quels sont, dans chaque espèce, les corps reproducteurs correspondant aux stylospores et ceux que l'on doit nommer spermaties ; cela serait surtout nécessaire dans le cas où les espèces manqueraient de l'une de ces formes, soit qu'elles en soient réellement dépourvues, soit, au contraire, que la plante soit incomplétement étudiée. Ainsi, par exemple, l'homologie des trois modes de reproduction des *Hypomyces* est fort nette, mais on conçoit que si chez l'une des espèces les conidies, chez une autre les stylospores n'étaient pas connues, il serait singulier et contraire à l'esprit de la méthode naturelle de tâcher d'établir une comparaison quelconque entre les conidies de l'une et les stylospores de l'autre ; tandis qu'au contraire une comparaison attentive avec une troisième espèce munie de l'une et de l'autre sorte de spores permettra d'établir ainsi un lien naturel entre ces deux espèces par l'intermédiaire d'une troisième.

---

(1) *Carp.*, t. II, pl. 31.

De pareilles études trouveraient donc leur application dans le groupement des formes diverses, et, en s'appuyant sur des considérations analogues, on pourrait réunir pour ainsi dire en corps de doctrine une méthode d'induction pour relier entre elles des espèces considérées jusqu'alors comme éloignées.

Ainsi la valeur morphologique exacte des modes asexués de reproduction a une importance capitale aussi bien dans le groupement des diverses espèces déjà connues que dans la recherche des divers membres appartenant à une seule et même espèce, mais connue encore d'une façon incomplète ; on pourrait l'appliquer par exemple au triage, pour ainsi dire, des Ascomycètes, parmi les nombreuses formes des Mucédinées.

Ces considérations ont leur importance, et, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans des détails plus longs, il est facile de s'en rendre compte. Mais la comparaison et l'assimilation des divers ordres d'organes reproducteurs exigent des études minutieuses et probablement poursuivies sur des plantes en voie de développement. Ce qui vient d'être dit est une vue d'ensemble jetée tout d'abord sur le sujet ; il faudra y revenir plus tard et examiner chaque cas avec soin. Ces généralités trouveraient place dans une énumération des Ascomycètes et permettraient certainement de les mieux connaître ; mais ce ne sont encore que des indications permettant de se guider d'une manière intuitive.

Il faut, en effet, se représenter que de l'ancien groupe des Mucédinées on a successivement distrait des plantes appartenant non pas seulement aux Ascomycètes (quoique ce soit le plus grand nombre), mais encore aux Péronosporées et aux Mucorinées.

Dans les faits signalés plus haut on a donc une indication, et non un classement assuré. Il faut se garder, par exemple, de prendre les sporanges monospores des Mucorinées pour des conidies, comme on l'avait déjà fait, et les sporanges linéaires pour des spores en chapelet ; le développement et la germination permettront de se mettre en garde contre de semblables erreurs.

Il faut être prudent dans de pareilles recherches sur la place que doit occuper un genre, et prendre garde de commettre des erreurs graves ; la plus fréquente et la plus facile à commettre serait celle qui consisterait à prendre le genre tout entier tel qu'il est défini par une espèce ou deux. Les anciens auteurs, et parfois leurs successeurs, ont souvent réuni des espèces appartenant à des groupes fort différents, dont la nature et le développement très-distincts pendant une longue période conduisaient cependant à une forme définitive assez semblable. C'est ainsi que M. Bonorden a réuni dans son genre *Monosporium* des *Hypomyces* (*M. agaricinum*) et des *Peronospora* (*M. macrospermum*) ; il en était de même autrefois du grand genre *Botrytis*, qui comprenait des formes très-diverses : *Torrubia* (*B. Bassania*) ; *Peronospora* (*B. nivea* Ung.) ; des Pezizes (*B. cinerea*), etc., des Mucorinées (*B. Jonesii*), etc.

Il serait à désirer que le groupe confus des Mucédinées, qui contient des éléments si hétérogènes, déjà très-entamé par les travaux de M. Tulasne, vît de plus en plus diminuer le nombre de ses membres, et que chaque espèce, réunie à ses formes différentes, en fût retirée et placée au rang naturel qui lui appartient, et qu'on supprimât définitivement de la mycologie ce groupe, qui n'est que provisoire. Ce fait, s'il arrive, marquera un progrès considérable de la science ; les observations précédentes ont eu en partie pour but de travailler à ce résultat.

L'importance taxonomique de l'appareil de reproduction asexuée est évidente chez les Algues, et dans ce grand groupe de végétaux il permet, concurremment avec le mode de reproduction sexuée, de faire soit des coupes heureuses dans des genres en apparence très-semblables, soit des rapprochements importants entre d'autres qui paraissent très-éloignés ; c'est ainsi que la nature même des zoospores qui sont munies d'une couronne ciliaire permet de rapprocher les *Œdogonium* des *Bolbochæte*, si différents comme port. Chez les Champignons on peut obtenir des résultats semblables par des considérations analogues.

En résumé, le magnifique ouvrage le *Selecta Fungorum Carpologia* montre que les Ascomycètes possèdent plusieurs modes de reproduction ; les preuves qui en sont données sont irréfutables ; ces quatre modes de reproduction donnent lieu à la formation de quatre ordres de spores :

1° Les endospores ;
2° Les stylospores ;
3° Les spermaties ;
4° Les conidies.

Les spermaties ont été considérées, à cause de leur refus d'entrer en germination, comme des corps fécondateurs. On a vu plus haut que plusieurs des formes considérées comme ne germant pas peuvent entrer en végétation dans des conditions particulières, et que ce sont des corps reproducteurs comme les autres. Tel est le premier résultat du présent travail.

L'étude morphologique des spermaties a montré que beaucoup de formes conidiales peuvent être considérées comme équivalentes aux spermaties, et qu'elles en sont la forme homologue; on a pu déduire quelques conclusions relatives à des espèces tirées du groupe confus des Mucédinées. Cependant, sous le nom de conidies, M. Tulasne désignait aussi certaines spores fort différentes des premières et qui se rapprochent des stylospores; il faut les considérer comme telles désormais. Il résulte de là une simplification considérable dans le groupe des Ascomycètes et une grande unité dans la comparaison des organes. Les Champignons possèdent deux ordres de spores asexuées : les stylospores et les spermaties, qui sont douées de la propriété germinative, peuvent naître librement ou dans l'intérieur des cavités, exister simultanément ou se montrer isolément avec les périthèces; telle est la conception très-simple qui sert de conclusion aux pages précédentes.

IV. — Role des spermaties.

Quel serait donc le rôle des spermaties, puisqu'elles ne servent pas à la fécondation? Tâchons, d'après ce qui a été dit plus haut, de nous rendre compte de l'utilité de ces spores. Leur nombre immense, leur taille très-réduite et leur masse presque impondérable doivent les rendre éminemment propres à la dissémination des espèces qu'elles représentent. De même que les insectes concourent, en été, à la diffusion des grains de pollen et à la fécondation des phanérogames, de même les oiseaux, pendant l'hiver, doivent servir au transport des spermaties et à la propagation des Ascomycètes.

A la maturité des spermogonies (et elles sont de très-bonne heure en cet état, dès le mois d'août on peut en rencontrer) on voit, dans des conditions favorables, en sortir des cirres longs et grêles; ils contiennent, agglutinés sous forme de ces petits cylindres grêles et contournés, des millions de spores; la pluie les délaye et les entraîne sur les feuilles qui jonchent le sol et que le vent chasse au loin. Les oiseaux se posent çà et là et se déplacent à terre; ils se perchent ensuite sur les arbres, et sont ainsi probablement, dans bien des cas, avec la pluie et le vent, les agents chargés de déposer sur les rameaux le parasite qui doit y vivre, s'y développer, en décomposer et en assimiler les éléments. Ce mode de transport s'applique d'ailleurs aux endospores et aux stylospores, mais d'une façon vraisemblablement beaucoup plus restreinte. Qui est-ce qui caractérise, en effet, les spermaties telles que les concevait M. Tulasne? Deux propriétés que ne possèdent pas les autres spores : d'une part, leur petite taille, qui les rend plus faciles à transporter par un agent même infiniment faible, et surtout le fait tout spécial qu'elles ne germent pas en tout lieu et qu'elles exigent même des circonstances particulières. Pour les endospores et les stylospores l'humidité suffit, avec un peu de chaleur, pour les faire entrer en germination, mais il est probable qu'elles ne germent pas aussitôt qu'elles sont mouillées; elles peuvent ainsi être charriées au loin par la pluie et le vent. Combien de ces spores, cependant, doivent se perdre après avoir germé sur le sol, sur les feuilles, les mousses, dans des conditions défavorables pour un développement ultérieur!

Une fois le germe développé, la spore n'est plus transportée hors de l'endroit où elle s'est accrue; les filaments-germes, qui s'attachent assez fortement sur les lames de verre dans nos préparations, doivent de même adhérer aux surfaces rugueuses des corps bruts où les spores sont tombées. Les spermaties, au contraire, déposées sur une substance qui ne leur convient pas, demeurent sans germer et attendent qu'elles soient transportées ailleurs. Comme la germination est fort lente et consiste d'abord en un accroissement en diamètre, elles peuvent encore être entraînées pendant une période assez longue et se développer sur un substratum identique voisin du précédent, mais sur lequel ne s'est encore déposée aucune spore.

Si nous recherchons les espèces qui ne possèdent pas de spermaties, ou du moins qui ne possèdent qu'une seule sorte de spore dont la germination est facile, nous voyons que leur substratum pourra nous donner peut-être une idée du rôle physiologique des spermaties. Parmi les Pyrénomycètes nous trouvons les *Hypoxylées* (*Hypoxylon*, *Xylaria*, *Poronia*); nous y trouvons encore le groupe correspondant, celui des sphéries colorées (*Torrubia*, *Cordyceps*) ; les Discomycètes nous offrent d'autres genres [*Peziza* (1), *Ascobolus*, etc.]. Tous ces genres se développent sur des corps peu compactes, mous et faciles à traverser : vieux bois, organismes vivants ou malades, fumiers, etc. Ces spores à germination facile seules y existent en général ; il semble qu'elles suffisent, avec les endospores, pour assurer la pénétration de l'espèce dans les substances qui n'offrent aucune résistance au développement immédiat. Tel est le fait général, abstraction faite des exceptions qui peuvent se présenter.

Mais, sans attacher plus d'importance qu'il ne faut à ces considérations, qui ne sont encore qu'une vue de l'esprit, on peut s'étonner à bon droit de la facilité avec laquelle les Champignons se montrent sur les branches qui meurent. Il est rare d'en trouver qui ne soient pas attaquées par un Ascomycète, même lorsqu'elles tiennent encore à l'arbre.

L'idée d'une génération spontanée ne doit pas venir un seul instant à l'esprit. Ne pourrait-on pas, au lieu d'admettre le transport direct des spores chaque année, ce qui peut soulever des graves difficultés, proposer une explication assez plausible. Le parasite déposé à l'état de spermatie le plus souvent (ou d'une autre sorte de spore), s'il peut se loger dans une fente de l'écorce, germe sur ce sol qui lui convient ; il lutte contre la plante qui se défend et barre probablement la route au mycélium par un cloisonnement de ses cellules, comme on en voit souvent des exemples. Le Champignon reste d'abord cantonné dans une petite portion, où il demeure presque stationnaire. Que lui faut-il, en effet ? Un petit espace de tissu mort, la base d'une feuille en partie détachée. Quand enfin la branche meurt, peut être vaincue par la lutte, le parasite installé depuis longtemps dans la place se répand enfin dans la masse du bois dont il s'empare entièrement. Cela expliquerait la rapidité du développement des Ascomycètes sur les branches coupées et laissées à terre, ou même qui meurent sur l'arbre ; chaque rameau mort, dans les bois, se couvre bientôt, à l'époque favorable des fructifications, d'une espèce souvent spéciale.

---

(1) M. Woronine a rencontré les conidies mycéliales chez les *Ascobolus* ; il y a dans le genre *Peziza* des spermaties qui rattachent ce genre aux genres qui en présentent : *Bulgaria*, *Cenangium*.

Tel serait le rôle des spermaties vraies.

On remarquera d'ailleurs que l'ordre d'apparition est en général le suivant : les spermaties se montrent d'abord, puis les stylospores, enfin les endospores. Ainsi, quand il n'y a pas les conditions nécessaires d'humidité pour le développement des deux dernières sortes de spores, les spermaties seules sont chargées de la diffusion du parasite.

Pour tâcher de vérifier ce qui vient d'être dit, des semis de spermaties ont été faits sur les espèces végétales qui leur conviennent ; un semis comparatif des autres sortes de spores fut fait aussi. Les branches maintenues dans une chambre humide qui a été décrite plus haut avaient été ensemencées au préalable ; de petits supports en fils d'argent les isolaient de la brique humide ; une étiquette métallique où étaient inscrites la date du semis, la désignation de l'espèce végétale et de l'espèce des spores employées était reliée par un fil de platine. Les spores furent semées aux deux extrémités et dans des fentes pratiquées obliquement en entamant le bois et l'écorce.

L'expérience fut faite sur un certain nombre d'espèces, le semis ne réussit que dans deux cas.

De semblables semis furent tentés simultanément avec le *Cucurbitaria Laburni* sur le *Cytisus Laburnum ; Massaria Platani* sur le *Platane ; Aglaospora profusa* sur le *Robinia pseudo-Acacia ; Diplodia acerina* sur l'*Acer platanoides*, et d'autres espèces encore.

Il faut avouer que le développement d'un nombre considérable de Mucédinées diverses, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Fusisporium*, *Verticillium*, *Stysanus*, etc., etc., nuisit beaucoup à ces cultures ; cependant, sur l'un des fragments, après deux mois j'obtins les stylospores de l'*Aglaospora profusa*, sur lequel j'avais semé un excès de spermaties. Les spores roses sortirent à travers l'écorce en longs cirres assez reconnaissables. Cette espèce paraît se développer très-vite sur les branches où on l'observe ; les spermogonies se rencontrent quelquefois dans l'écorce encore munie d'un peu de chlorophylle. Quant à l'autre exemple assez douteux, il était relatif à un semis de spores assez mélangées de *Cucurbitaria Laburni ;* un stroma se forma, mais il n'y eut pas émission des spores. Peut-être le développement complet exigeait-il un temps plus long.

Ces expériences, quoique incomplètes, ont leur signification, mais elles seraient à recommencer dans des conditions meilleures, à l'abri des moisissures qui, dans les laboratoires, entravent toujours ces cultures de longue haleine.

Ainsi, nous pouvons conclure que chez les Ascomycètes les spermaties ne sont pas des organes mâles, mais très-probablement les agents de dissémination des espèces à grande distance. Elles sont très-nombreuses, très-petites ; leur masse semble avoir été allégée de la réserve de nourriture que contiennent les autres spores. Pour leur premier développement elles ne s'accroissent que lorsqu'elles sont arrivées sur le substratum qui leur convient ; là seulement elles germent et y demeurent.

Il faut donc renoncer à considérer les spermaties comme des corpuscules fécondateurs ; mais si leur rôle n'est pas celui qui leur avait été primitivement assigné, si l'interprétation de ces petits corps doit être modifiée, les recherches dont ils ont été l'objet n'en restent pas moins admirables ; elles sont consignées dans un magnifique ouvrage où les faits, en dehors des théories, sont exposés avec une abondance et une exactitude de détails vraiment merveilleuses. Il assure à son auteur l'une des places les plus glorieuses dans l'histoire de la science : le polymorphisme des Champignons y est en effet établi sur des bases tellement solides que c'est aujourd'hui une vérité qu'on ne pourra désormais ébranler ; l'une des conséquences les plus heureuses est la simplification d'une partie de la science dont l'étude complète devenait sans cela impraticable et, pour ainsi dire, impossible.

V. — Revue sommaire du groupe des Ascomycètes.

Essayons de faire une courte application des faits énoncés dans les pages précédentes ; examinons une partie des genres qui composent le grand groupe des Ascomycètes ; il est utile de prendre pour guide le grand ouvrage de M. Tulasne, connu de tous ceux qu'une semblable question intéresse, cela dispense de longues et difficiles explications, de détails sans fin qu'on saura où retrouver. Si l'on passe en revue la série des genres étudiés dans le *Carpologia*, on remarque que chez plusieurs d'entre eux il n'existe, en dehors des périthèces, qu'un seul mode de reproduction des spores d'une seule sorte, « *protosporæ unius modi* », c'est d'ailleurs le plus grand nombre ; ce sont, parmi les Pyrénomycètes, les genres suivants :

Xylaria, ***Ustulina*, *Hypoxylon*, *Poronia*, *Nummularia*, **Eutypa*, *Stictosphæria*, *Polystigma*, *Melogramma*, *Diatrype*, *Quaternaria*, *Calosphæria*, **Cryptospora*, **Sphæria* (*obducens*), *Pleurostoma*, *Rosellinia*, *Robergia*, *Torrubia*, *Hypocrea*, *Sphærostilbe*, *Hysterium*** (*pinastri* et *pulicare*).

Les genres précédés d'un astérisque sont ceux qui sont décrits comme munis de spermogonies ; ceux qui en présentent deux sont décrits comme munis de stylospores ; chez les autres ce sont des conidies qui se montrent seules.

Dans tous ces genres ces spores précoces doivent être considérées comme homologues. Il est évident que les spermaties nues du *Diatrype quercina* ou du *Stictosphæria Hoffmanni* correspondent aux conidies des *Nummularia* ou des *Xylaria*. La seule différence, c'est que les unes germent et que les autres paraissent dépourvues de la faculté germinative quand elles sont plongées dans l'eau pure ; l'addition d'un peu de substance nutritive efface ce caractère distinctif.

Lorsque ces conidies sont renfermées dans des cavités ou qu'elles offrent une taille un peu supérieure à celle que l'on observe dans les genres *Nummularia*, *Xylaria*, etc., on les nomme microstylospores ou stylospores ; mais dans les genres précédés de deux astérisques ces corps reproducteurs sont morphologiquement des spermaties, c'est-à-dire de simples conidies, nées de la même manière que les autres, malgré quelques différences tenant principalement à leur facile germination. Étant donné que le caractère fondamental manque, l'examen des formes montre que l'on peut justifier cette manière de voir; les microstylospores du *Sphæria obducens* et de l'*Eutypa* ne diffèrent en rien des spermaties.

Les stylospores du *Cryptospora aucta* et des espèces voisines offrent une grande analogie avec les conidies courbées en arc de certains *Sphærostilbe;* comme elles, elles présentent des cloisons, mais seulement après un premier travail germinatif; les conidies des *Sphærostilbe* doivent, probablement en se basant sur la comparaison avec celles des *Nectria* et des *Hypomyces*, être considérées comme morphologiquement identiques aux spermaties.

Il n'a pas été question, dans le tableau précédent, du genre *Valsa*, si riche en espèces, et dont M. Tulasne n'en décrit pas moins de quinze, tout en en étudiant un beaucoup plus grand nombre. Les diverses espèces présentent toutes l'appareil spermatiophore, mais dans quelques cas il est décrit comme pycnide, « *pycnis microspora* » (*V. corylina*, *V. ciliatula*, *V. longirostris*, *V. liphæma*, *V. castanea*).

Il est fréquent de voir en compagnie de ces espèces une autre sorte de spores, brunes, à membrane épaisse, souvent pluriloculaires, et qui ressemblent aux stylospores des genres où elles sont nettement caractérisées. M. Tulasne signale en plusieurs points (1) l'association de ces formes avec des *Valsa;* il indique que le *Discella carbonacea* et le *D. microsperma* accompagnent le *V. salicella*, le premier devant en être considéré comme les pycnides, le second comme les spermaties (p. 181). C'est probablement à des espèces du genre *Valsa* que devront retourner beaucoup de formes considérées et décrites comme des plantes autonomes. L'illustre auteur du *Carpologia* avait bien remarqué cette association, mais la nature du critérium qu'il employait pour distinguer les stylospores des spermaties et la comparaison des espèces entre elles lui interdisaient certains rapprochements. Il était contraire aux lois naturelles que des espèces aussi voisines que sont les *Valsa* eussent des stylospores, les unes blanches, petites, spermatiformes, les autres brunes, d'une taille considérable et d'une forme toute autre. Les petits corps qui germaient ne pouvant être considérés comme des spermaties devaient être des stylospores; cette conception interdisait de réunir toute autre forme, d'abord à l'espèce qui en possédait déjà une, et ensuite aux autres espèces elles-mêmes voisines de la première. La comparaison des diverses espèces entre elles et des divers modes de reproduction, si utile et si importante, ne permet pas de considérer comme différentes toutes ces microspores qui se correspondent dans chaque cas, qu'elles puissent ou non germer dans l'eau pure, et qui sont exactement homologues; cette considération s'impose si bien que l'auteur lui-même dit, en tête du genre *Valsa : « Spermogonium seu pycnideum conceptaculum centrale..... Spermatia* (*quæ si malueris microstylosporas nonnunquam meritissime dicas*)..... » C'est reconnaître implicitement que ces formes sont homologues, car quand l'une vient à manquer, c'est l'autre qui la remplace, et des caractères communs existent entre elles : forme et disposition des spores, naissance dans des cavités semblables dans des conditions analogues.

---

(1) *Carp.*, II, p. 173 et 180.

L'étude générale des espèces du genre *Valsa* devra donc être reprise à ce point de vue; il est possible qu'on puisse alors leur adjoindre des espèces diverses de *Diplodia*, *Hendersonia*, *Pestalozzia;* mais ce genre de recherches doit être poursuivi, comme l'a été du reste le présent travail, à l'aide d'échantillons vivants étudiés peu de temps après leur récolte; les spécimens desséchés des collections sont peu favorables à un pareil examen, aussi bien par leur nombre insuffisant pour chaque cas que par l'altération des divers organes par une dessiccation prolongée.

Les Pyrénomycètes, qui possèdent deux modes de reproduction asexués, se répartissent dans les genres suivants tels qu'ils sont établis dans l'ouvrage de M. Tulasne :

> *Dothidea, Melanconis, *Hercospora, *Aglaospora, *Massaria, *Rhaphidophora, Pleospora, Stigmatea, Hypomyces Nectria.*

Ces genres sont beaucoup moins nombreux et moins riches en espèces que les précédents.

Dans les *Aglaospora* et *Hercospora* se présenteraient des spermaties véritables ; très-rares dans l'*Hercospora Tiliæ*, seule espèce de ce genre, elles sont abondantes chez les *Aglaospora*, mais peuvent présenter, ainsi qu'on l'a vu plus haut, les premières phases de développement quand on les place dans l'eau. L'*A. Taleola* possède des conidies, très-petites et pâles, au lieu de spermaties ; ce sont, en réalité, des spermaties qui germent aisément. On sait que chez l'une des espèces étudiées du *Dothidea*, le *D. melanops* offre des spermaties qui germent (voy. p. 57).

Les *Melanconis Alni*, *chrysostroma*, *spodiæa* possèdent des microconidies qui accompagnent les grosses stylospores si caractéristiques de ce genre, tandis que d'autres espèces ont uniquement des spermaties.

L'existence de deux ordres de corpuscules qui germent ne peut être mise en doute dans les quatre premiers genres du tableau ci-dessus ; dans les quatre derniers on sait d'ailleurs qu'il en est réellement ainsi. Le genre *Hypomyces* a été plus haut particulièrement signalé à ce point de vue. Les *Massaria Argus* et *rhodostoma* présentent des spermaties, et le *M. Bulliardii* des microstylospores qui doivent être tenues pour des spermaties ; on voit que le genre *Massaria* imite en cela les *Melanconis*.

Les *Pleospora*, cependant, les *Fumago* et genres voisins soulèvent quelques difficultés relativement à l'interprétation de leurs organes sporifères, difficultés qui ne seront pas examinées ici, mais dont on a dit quelques mots plus haut. Les *Nectria*, avec leur multitude de formes sporifères, exigeraient aussi un examen particulier. Il y a à craindre des confusions de formes diverses dont quelques-unes peuvent être parasites. On pourrait énoncer les mêmes appréhensions relativement aux premiers genres, et il est probable que l'avenir nous apprendra qu'on a commis parfois des confusions pareilles.

Je n'ai pas cité le genre *Rhytisma*, du groupe des *Phacidiei*, intermédiaire entre les Pyrénomycètes et les Discomycètes. M. Tulasne en décrit trois espèces : l'une (*R. acerinum*) offre des spermaties; l'autre (*R. salicinum*) des spermaties et des microstylospores; la troisième (*R. maximum*) une seule forme, des spermaties ou microstylospores. Je regrette de ne pouvoir me prononcer encore sur la valeur de ces divers organes, qui exigent, comme dans la plupart des cas précédents, une étude poursuivie sur des plantes fraîches et récoltées dans des conditions favorables, et étudiées spécialement au point de vue précis qui nous occupe.

Les Discomycètes donneraient lieu à des remarques analogues, on trouverait de même la trace d'une organisation semblable à celle des Pyrénomycètes; il y a de même deux ordres de spores qui germent les unes et les autres, la forme spermogoniale décrite parfois comme conidiophore. Il y a cependant ici une difficulté de plus. Le stroma est fréquemment d'une médiocre importance, de sorte que les disques thécigères se trouvent isolés; les autres appareils de fructification, quand ils ne sont pas reliés à la forme typique par un mycélium abondant quand ils n'ont pas avec elle une ressemblance extérieure très-grande, on éprouve une grande difficulté à les rattacher avec certitude les uns aux autres.

L'étude des Pyrénomycètes à périthèces épars est de même remplie d'obstacles qui tiennent à des causes analogues.

Dans le *Carpologia* un petit nombre d'espèces seulement ont été décrites; il est cependant facile de voir que dans le genre *Cenangium* les microspores, tantôt sous le nom de spermaties, tantôt sous celui de conidies, constituent des formes homologues qui sont, soit seules connues (*Tympanis Pinastri*, *Schizoxylon*, *Peziza Duriæna*), soit associées à d'autres spores (*Dermatea*, *Cenangium*, *Trochila*, *Coryne*).

Il est probable que l'étude des Pezizes révélera, à l'aide d'études plus approfondies, des liens non encore soupçonnés entre des genres ou espèces considérés comme autonomes ; le *Polyactis cinerea*, dont le sclérotium si commun sur les herbes mortes et desséchées donne naissance à une Pezize comme la montré M. de Bary est un exemple de ce fait.

La revue complète de ces formes si nombreuses, aussi bien que celle des Pyrénomycètes inférieurs, dont la multitude est immense, fournirait certainement des résultats fort curieux ; les feuilles, les tiges de chaque plante, mortes ou languissantes, nourrissent un et fréquemment plusieurs de ces parasites. Quelques-uns commencent leur existence sur la plante vivante pour l'achever beaucoup plus tard, alors que l'organe est presque décomposé (*Septoria Ulmi*, *Stigmatella dryina*). Mais ces recherches, si importantes pour la connaissance générale des Champignons, car les espèces qui sont les plus grosses et les plus visibles ne sont pas toujours les plus curieuses, trouveraient peut-être difficilement grâce devant les esprits qui ne jugent bons que les résultats formulés en lois et ne prisent que les études dont les conséquences immédiates peuvent paraître utiles.

C'est toujours une chose périlleuse que d'exposer des généralités portant sur un vaste ensemble de genres et d'espèces ; quel que soit le nombre des cas observés, et vérifiant cette théorie, il peut se faire qu'un fait unique contredise mille vérifications. Aussi en écrivant ces dernières lignes ne puis-je m'empêcher de craindre, malgré de nombreux exemples qui militent contre cette interprétation, que, dans certains cas non examinés, la fécondation chez les Ascomycètes ne puisse s'accomplir à l'aide de spermaties, comme chez les Floridées ; ce scrupule a arrêté pendant une année la publication du présent travail, et pendant ce temps une révision plus minutieuse des formes reproductives a été faite. Il est bien probable que chez les Pyrénomycètes et les Discomycètes supérieurs, les plus aisés à observer, les plus gros et les plus visibles, il n'en est pas ainsi (*Hypoxylon*, *Hypocrea*, *Peziza*, *Pyronema*, *Ascolobus*) ; de même chez d'autres formes plus réduites (*Sphæria*, *Dothidea*, *Ery-*

siphe, *Eurotium*) la morphologie des organes spermatiophores nous vient en aide et nous montre l'homologie des spermaties et des conidies, tandis que les études de développement ont montré que les périthèces se formaient sans le concours de spermaties; qui font d'ailleurs souvent défaut.

On me reprochera peut-être d'avoir cité un trop petit nombre d'exemples de germination de ces corps, mais il faut savoir que les collections n'ont pu fournir de matériaux à ce travail, qu'il a fallu récolter tous les échantillons en état convenable, les étudier et les mettre en expérience. Ces études ont été précédées de longues et difficiles recherches nécessitées par la détermination si importante en pareille matière, des espèces sur lesquelles portent les observations. Il a fallu, en outre, en examiner un grand nombre pour se rendre un compte exact des caractères que fournissent le port et l'apparence extérieurs ; il y a un long apprentissage à faire avant d'être en mesure d'utiliser les dessins, les collections, les ouvrages systématiques. Ce travail a été poursuivi sans l'aide de personne ; je n'ai trouvé aucun secours pour la détermination et la connaissance des espèces, il était nécessaire, avant tout, de posséder un peu cette pratique dont l'acquisition a, au début, dominé tous mes efforts et exigé beaucoup de temps.

La vue et l'observation des échantillons vivants sont indispensables. Les exsiccata dont je n'ai pu user qu'assez tard ne fournissent que des exemplaires trop réduits, et on craint toujours, en les étudiant, de supprimer la plus grande partie de la plante indiquée ; on se rend mal compte des modifications subies par le Champignon déformé le plus souvent et altéré ; l'emploi des collections permet une vérification, mais elles sont insuffisantes pour la recherche ; en un mot, il faut s'en servir seulement lorsqu'on sait déjà quelque chose et qu'on n'est pas un débutant.

Les exemples que j'ai choisis me paraissent typiques et semblent suffisants ; des recherches ultérieures montreront si la conception que je propose a bien toute la généralité qu'elle paraît avoir.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 9.

Morphologie des spermaties.

Fig. 1. *Parmelia Acetabulum* Neck. — Filaments spermatiophores et spermaties. Chaville, 12 mars 1873. Gross. 550/1.

Les articles sont relativement allongés; dans les Lichens ils sont souvent beaucoup plus courts et renflés.

Fig. 2. *Valsa ambiens* Pers.; sur le *Rubus cæsius*. Meudon, 13 décembre 1874. — Filaments spermatiophores et spermaties. Gross. 550/1.

Fig. 3. *Massaria Platani* Ces.; sur les rameaux du Platane. Jardin dans l'intérieur de Paris, 6 mars 1873. — Filaments spermatiophores et spermaties.

Fig. 4. *Sphæria*, voisin du *Sph. obducens* Hoffim; sur le bois dénudé du *Robinia*. Chaville, 23 février 1873. — Filaments spermatiophores et spermaties (microstylospores, suivant M. Tulasne).

Fig. 5. *Dothidea ribesia* Fr. (d'après M. Tulasne, *Carp.*, t. II, pl. 9, fig. 4). Gross. 380/1. — Filaments spermatiophores très-raccourcis et rappelant la forme typique des Lichens. La plante possède d'ailleurs des stylospores bien caractérisées.

Fig. 6. *Cucurbitaria Laburni* Pers. (d'après M. Tulasne, *Carp.*, t. II, pl. 27, fig. 12). Gross. 460/1. — Filaments tapissant l'organe nommé par M. Tulasne pycnide leucospore, et qui n'est en réalité qu'une spermogonie. On voit l'analogie que cette figure présente avec la précédente où sont figurés des filaments spermatiophores véritables. Le *C. Laburni* présente d'ailleurs aussi des stylospores très-bien caractérisées, blanches ou foncées. Ces figures ont été, à dessein, empruntées au *Carpologia* pour montrer que la structure dont il est question a été indiquée par l'éminent auteur du *Carpologia*. Il en est de même pour la suivante.

Fig. 7. *Xylaria Hypoxylon* Grev. (d'après M. Tulasne, *Carp.*, t. II, pl. 1, fig. 3). Gross. 460/1. — Conidies et rameaux conidiophores. Ces derniers sont courts, mais ils offrent la disposition typique des filaments spermatiophores.

Fig. 8. *Nectria cinnabarina* Tode. — Filaments conidiophores constituant la forme désignée autrefois sous le nom de *Tubercularia vulgaris* Tode; sur un rameau mort dans un jardin à Paris, 20 mars 1875. Leur disposition est la même que celle des filaments spermatiophores. Gross. 340/1.

Fig. 9. *Hypomyces aurantius* (Pers. *sub Sph.*); sur un Polypore décomposé. Fontainebleau, 19 décembre 1875.

a, arbuscules conidiaux.

b, spores, pour la plupart biloculaires.

c, chlamydospore (stylospore) à membrane échinée.

On constate la grande analogie de ces arbuscules avec ceux de la figure 2; ils représentent les spermogonies. Les spores sont parfois disposées en courts chapelets à l'extrémité des filaments. Gross. 110/1. Dans les espèces voisines, ex. : *H. rosellus* (voy. Tulasne, *Carp.*, t. III, pl. 5), les spores peuvent naître en plusieurs points de l'extrémité, ce qui nous conduit à certains *Polyactis*.

Fig. 10. *Penicillium glaucum* Grev. (sur des Agarics en putréfaction. Montmorency, février 1873.

a, rameau adulte. Gross. 240/1.

b, rameau plus jeune. Le grossissement est double.

c, rameau beaucoup plus jeune. Gross. 550/1.

On constate l'analogie de ces formes avec l'appareil conidial des *Hypomyces*, analogie qui se continue pour les conceptacles ascophores.

Fig. 11. *Acrostalagmus cinnabarinus* Corda; sur des feuilles décomposées. Bordeaux, novembre 1873. On peut remarquer la ressemblance générale de cette espèce avec les *Hypomyces*.

a, arbuscule conidiophore.

b, spores : elles sont souvent agglutinées par un mucus qui les retient à l'extrémité des rameaux; un mucus analogue englue les spermaties nettement caractérisées des Pyrénomycètes.

c, chlamydospore trouvée en compagnie de l'*Acrostalagmus;* elle représenterait peut-être une chlamydospore; elle appartient peut-être à une autre forme : des cultures seules en décideraient. Gross. 240/1.

Fig. 12. *Cylindrodendrum album* Bonorden; sur des feuilles pourries de *Geranium Robertianum*. Février 1873.

Les conidies sont évidemment les analogues des spores représentées dans les figures précédentes, et l'appareil conidiophore est ainsi l'équivalent des autres.

Fig. 13. *Acremonium fuscum* Corda; parmi des cultures de Mucorinées fimicoles abandonnées depuis plusieurs semaines. 26 mai 1872. Même observation que dans le cas précédent.

Fig. 14. *Chætopsis Vauchii* Grev.; sur le bois pourri du Hêtre. Fontainebleau, février 1875.

a, arbuscules conidiophores (spermatiophores), dont quelques-uns *a'* sont stériles.

b, spores courbes et paraissant pluriloculaires.

M. Tulasne compare cette forme à l'appareil conidial du *Chætosphæria innumera* Tul., qu'il a représenté (*Carp.* t. II, pl. 23), et que les anciens auteurs appelaient *Dematium virescens* Pers.; c'est, en réalité, le représentant des spermogonies. Gross. 240/1.

Nota. — Je n'ai point observé dans cette espèce, dont la figure est faite d'après une préparation, ces prolongements filiformes qu'on observe quelquefois et les font ressembler aux spores de certains *Menispora;* Corda ne les représente pas dans le *Ch. Vauchii*.

PLANCHE 10.

Germination des spermaties : (1-4 dans l'eau pure; 5-8 sur un liquide nutritif).

Fig. 1. *Sphæria obducens* Hoffm., ou espèce voisine de celle-ci; sur le bois du *Robinia pseudo-Acacia*. Chaville, 23 février 1873. (Voy., pl. 9, fig. 4, les filaments spermatiophores.)

a, spermaties; elles ont une forme un peu variable.

b, les mêmes, après être restées dix jours sur l'eau : elles ont augmenté considérablement de volume; les germes présentent plusieurs cloisons. Elles ont refusé de germer sur le liquide nutritif (sucre et tannin) à plusieurs reprises, et n'ont montré de développement que sur l'eau pure; mais l'extrémité des germes devenus filiformes dénote une nourriture insuffisante. Gross. 550/1.

Fig. 2. *Cucurbitaria Laburni* Pers.; sur le *Cytisus Laburnum*, dans un jardin à Paris.

a, spermatie (voy. pl. 9, fig. 6); elles sont plus grêles que M. Tulasne ne les a représentées.

b, les mêmes, semées sur l'eau pure : germination après cinq jours; les modifications sont considérables, quoique survenant très-irrégulièrement; comme dans le cas précédent et de même à plusieurs reprises aucun développement n'eut lieu sur le liquide nutritif (sucre et tannin) dans des semis comparatifs. Gross. 550/1.

Fig. 3. *Quaternaria Persoonii* Tul.; sur les rameaux du Hêtre. Promenade publique à Lausanne (Suisse), 20 novembre 1875. — Spermaties semées sur l'eau; après deux jours le développement ne se continua pas : il n'y eut que des indications de filaments; aucun changement ne se manifesta dans le liquide nutritif (sucre et tannin).

a, Gross. 550/1.

b, Gross. 900/1, lentille à immersion n° 10 de M. Hartnack.

Fig. 4. *Aglaospora profusa* De Not.; sur le *Robinia pseudo-Acacia*. Jardin dans Paris, mars 1873. — Spermaties semées sur l'eau : comme dans le cas précédent, aucun développement ne se montra sur le liquide nutritif, et sur l'eau il n'y eut que des indications de filaments qui, après deux jours, ne s'accrurent plus sensiblement. Gross. 550/1.

Fig. 5. *Valsa leucostoma* Pers.; sur les rameaux du Pêcher. Suresnes, février 1873.

a, spermaties extraites de la spermogonie : semées sur l'eau, elles ne se modifièrent pas.

b, *c*, semis sur un liquide nutritif (tannin et sucre).

b, après deux jours; la forme générale est complétement changée.

c, après quatre jours; le gonflement s'est accru; il y a allongement en filaments germés; le développement n'alla pas plus loin. Gross. 550/1.

Fig. 6. *Valsa ambiens* Pers. (*Tiliæ*); sur le Tilleul. Chaville, 23 février 1873.

a, spermaties : semées sur l'eau, elles ne se modifièrent pas.

b, semis sur un liquide nutritif (tannin et sucre) ; résultat après neuf jours : le développement est très-inégal pour chaque spore ; après un temps plus long les différences disparurent, mais les filaments ne s'allongèrent pas beaucoup.

Fig. 7. Spermaties accompagnant le *Diplodia acerina* Lev. (*Valsa ambiens* [*Aceris*]). Chateauneuf-sur-Loire (Loiret), décembre 1872.

a, spermaties.

b, *c*, les mêmes, semées dans un liquide obtenu en pilant un bourgeon d'*Acer* dans l'eau ; résultat après quatre jours : la préparation était recouverte d'une lamelle.

b, développement à 4 millimètres du bord ; les spermaties se sont uniquement renflées.

c, près du bord, l'action de l'air s'est fait sentir plus activement ; les germinations sont plus avancées, mais elles n'allèrent pas plus loin. Grossissement, 550/1.

Des résultats très-semblables à celui-ci et au précédent furent obtenus avec le liquide nutritif (tannin et sucre) sur lequel furent semées les spermaties dont il vient d'être question : celles du *Valsa ambiens*, développées sur l'Orme, et le *Rubus cæsius* [*V. ambiens* (*Ulmi*), et *V. ambiens* (*Rubi cæsii*)].

Fig. 8. *Stictosphæria Hoffmanni* Tul. — Spermaties rouges quand elles sont vues en grande masse ; sur le Chêne. Chaville, février 1873.

a, spermaties ; aucun changement n'eut lieu dans l'eau pure.

b, semis sur un liquide nutritif (tannin et sucre) ; après neuf jours ; développement par une seule extrémité, l'autre demeura inaltérée ; une grande inégalité se manifestait, qui disparut ultérieurement sans que le développement fût plus complet. Gross. 550/1. Les spermaties ont peut-être souffert d'une trop complète dessiccation.

PLANCHE 11.

Fig. 1-6. *Massaria Platani* Ces. — Germination des spermaties (voy. leur forme normale pl. 1, fig 3).

1-3, semis dans de l'eau tenant en suspension un peu de gomme ; la préparation était recouverte d'une lamelle ; résultat après onze jours.

1, spermaties situées à 3 millim. du bord ; elles se sont un peu modifiées.

2, à 2 millim; elles ont notablement grossi.

3, à 1 millim.; germination complète. Gross. 550/1.

4-5, semis dans une solution nutritive (tannin et sucre) ; résultat après onze jours : la préparation était recouverte d'une lamelle.

4, germinations à peu de distance du bord de la lamelle. Gross. 550/1.

5, germinations à quelques fractions de millimètre du bord ; elles sont bien plus développées, toutes choses égales d'ailleurs. Gross. 100/1.

6, semis en cellule après quatre jours sur le liquide précédent. Le développement a pu s'effectuer au contact de l'air ; il a été bien plus rapide et bien plus complet : ce fait démontre l'influence nécessaire de l'oxygène de l'air. Gross. 550-1.

Fig. 7 *Massaria siparia* Ces. et de Not.; sur le Bouleau. Meudon, 13 décembre 1874; stylospore de la forme désignée autrefois sous le nom spécial de *Prosthemium betulinum* Kze (voy. Tulasne, *Carp.*, t. II, p. 232). Gross. 340/1. On voit en *a*, *b*, *c*, les principales phases du développement de cette spore multiple.

9-12 formes qui doivent être considérées comme étant probablement des stylospores d'Ascomycètes.

Fig. 8. *Melanconis longipes* Tul.; sur un rameau de Chêne. Chaville, 23 février 1873. — Conidie (Tulasne) née sur un pulvinule dont la surface est libre et constituant la forme désignée autrefois sous un nom particulier, *Coryneum Kunzei* Corda (*Carp.*, t. II, p. 139). C'est une véritable stylospore.

Fig. 9. *Exosporium Tiliæ* Lév.; parasite de l'*Hercospora Tiliæ* Tul. Bois de Boulogne, 21 décembre 1870. Conidies et filaments qui leur ont donné naissance. Gross. 340/1. (*Carp.*, t. II, p. 154, pl. 18, fig. 14 et 17).

Fig. 10. *Pestalozzia truncatula* Fuckel (*Symb. Mycol.*, t. I, p. 391) sur une branche d'Osier (*Salix viminalis*); saulsaies au bord de la Loire. Chateauneuf (Loiret), mars 1871. C'est l'espèce qui est signalée (*Carp.*, t. II, p. 202) comme analogue au *Pest. truncata* Lév. — Les filaments qui ornent la spore et caractérisent le genre ne sont pas des germes : ce *Pestalozzia* se développe aisément sur l'eau ; ce sont les cellules brunes qui se développent seules. On voit dans cette figure les principales phases de la formation de la spore.

Fig. 11. *Hendersonia vagans* Fuckel (*Symb. Mycol.*, t. I, p. 392); sur un rameau de *Salix cinerea*. Haies à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), janvier 1873. Gross. 550/1.

Fig. 12. *Diplodia diatripa* Lév.; sur le *Fraxinus excelsior*, dans un jardin à Paris, mars 1873.

a, spores biloculaires et noires de la forme typique.

b, spores incolores, rosées quand elles sont vues en masse ; autre forme de la même espèce existant simultanément avec la précédente. On trouve des faits analogues chez les autres *Diplodia*, chez les *Cucurbitaria*, etc. (voy. *Carp.*, t. II, p. 193). Gross. 400/1.

ÉTUDE

SUR

LA FORMATION ET LE DÉVELOPPEMENT DE QUELQUES GALLES

Par M. Ed. PRILLIEUX.

Parmi les productions morbides des végétaux, aucune n'a attiré l'attention des observateurs depuis plus longtemps que les Galles qui naissent sur les divers organes des plantes à la suite des piqûres des insectes, et aucune n'a été l'objet des études de savants plus éminents. Malpighi (1), Réaumur (2), ont observé les Galles de plantes et en ont décrit un grand nombre. Leurs travaux, excellents, offrent encore aujourd'hui le plus haut intérêt; l'examen attentif des faits révélés par Réaumur montre avec quelle merveilleuse exactitude ils ont été observés. Mais depuis un demi-siècle les moyens de recherches ont été puissamment perfectionnés : grâce à l'emploi du microscope composé, l'anatomie des plantes a fait d'immenses progrès. Abordant à son tour avec les puissants moyens d'investigation dont nous disposons aujourd'hui l'observation de la structure des Galles, M. Lacaze-Duthiers (3) a fait connaître les données les plus importantes touchant l'anatomie de ces productions, décrit les éléments histologiques qui les constituent, et montré les curieuses relations qui existent entre l'organisation des Galles et les conditions de la vie du petit parasite qu'elles abritent et nourrissent.

Il est toutefois un côté plus particulièrement botanique se rapportant à l'histoire des Galles, qui n'a pas, à ma connaissance, été traité jusqu'ici : c'est la formation même de ces productions ; ce sont les relations d'origine qui existent entre les tissus de la Galle et ceux de l'organe normal sur lequel ou, plus exactement, dans lequel elle s'est développée.

---

(1) Marcelli Malpighii *Opera omnia : De Gallis*, t. II, p. 17 ; Londini. 1686.

(2) De Réaumur, *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*, t. III, *Douzième Mémoire : Des Galles des plantes et des arbres*. Paris, 1737.

(3) Lacaze-Duthiers, *Recherches pour servir à l'histoire des Galles* (*Ann. des sc. nat.*, 3e sér., 1853, t. XIX.

Je me suis proposé, dans le présent travail, de décrire, pour quelques Galles communes au printemps dans les environs de Paris sur les feuilles des Chênes, les phases diverses des modifications qui se produisent dans ces organes à la suite de la piqûre et du dépôt de l'œuf de l'insecte. Trois ou quatre exemples de Galles de structure et de complexité différentes peuvent suffire, ce me semble, pour faire comprendre comment, d'une manière générale, dans ces singulières productions, le tissu morbide émane du tissu normal.

L'une des Galles les plus simples, et dans laquelle la structure de l'organe normal est le moins modifiée, se voit au printemps sur les feuilles du Chêne, où elle forme un petit renflement lenticulaire d'environ 3 millimètres de diamètre, faisant à peu près également saillie sur la face supérieure et sur la face inférieure. Vue en dessus, la petite Galle est circulaire ; elle se continue par ses bords avec le limbe de la feuille, dont elle se distingue faiblement par sa nuance générale, mais elle se montre marquée de fines stries blanches rayonnant autour d'un point central qui fait saillie.

Si l'on examine à un grossissement assez faible la surface supérieure d'une feuille de Chêne en un point où le limbe n'est point altéré et présente sa structure ordinaire, on y voit de nombreuses nervures anastomosées, formant sur le fond vert un élégant réseau blanc. A la place où se trouve la Galle, ces nervures forment des lignes blanches plus larges et qui tranchent plus sur le fond vert ; en outre, les aréoles qu'elles entourent sont plus allongées en rayonnant autour d'un centre qui est précisément le point où la feuille a été piquée. Ce point se distingue nettement sur la face supérieure ; il est marqué par une sorte de petit mamelon celluleux saillant dont la couleur est blanchâtre ou d'un brun clair.

Le limbe de la feuille normale du Chêne, dans l'intervalle des nervures, se montre sur une coupe transversale constituée de la façon suivante. De dessus en dessous, on y trouve successivement :

Un épiderme supérieur formé de cellules à peu près carrées un peu allongées parallèlement à la surface.

Au-dessous une assise de cellules allongées transversalement à peu près trois fois plus longues que larges. On la désigne généralement sous le nom de couche en palissade. Elle est fortement colorée en vert, et ses cellules contiennent beaucoup de chlorophylle.

Au-dessous se trouve la couche moyenne du parenchyme, composée de cellules de forme moins régulière que celles de la couche en palissade et moins régulièrement disposées en assises. Elle a d'ordinaire deux à trois cellules d'épaisseur ; ces cellules sont à peu près également étendues dans tous les sens ou sont un peu plus allongées dans la direction de la longueur de la feuille. C'est dans cette couche moyenne que sont renfermées les fines nervures de la feuille ; elles sont composées de quelques trachées qu'accompagne un petit nombre de cellules allongées et étroites.

La couche moyenne est moins riche en chlorophylle que la couche supérieure et même que la couche sous-épidermique inférieure.

Cette dernière tranche bien moins que la couche en palissade avec la couche moyenne. Elle est formée d'une assise de cellules à peu près isodiamétriques et est riche en chlorophylle.

Enfin l'épiderme inférieur est composé de cellules assez semblables à celles de l'épiderme supérieur, mais plus petites.

Dans les points où les nervures parcourent le limbe, la couche en palissade est interrompue ; des cellules dépourvues de matière verte s'étendent de l'épiderme à la nervure. C'est à cette disposition que sont dues les lignes blanches qui retracent à la surface, sur le fond vert du limbe, le parcours du réseau vasculaire.

La première apparition de la Galle se montre dès l'éveil de la végétation au printemps. Aussitôt que les bourgeons s'ouvrent et que les feuilles qu'ils contiennent se montrent au dehors, quand elles sont encore jaunâtres et à demi pliées, déjà on voit se montrer le premier indice de la formation de ces Galles.

Ce sont de petites taches opaques qui, par leur couleur d'un blanc verdâtre, tranchent un peu sur le fond de la feuille, qui est d'un vert d'une autre nuance et plus foncé. Elles sont rondes, mais à contour vague et mal défini et ont à peine un millimètre de diamètre.

Au centre de la tache on observe à la face supérieure un point brun : c'est une plaie béante ; c'est la blessure que l'insecte a faite à la feuille pour y déposer un œuf et autour de laquelle les cellules altérées forment une aréole brune.

L'aspect mat de la petite tache qui est la Galle naissante est dû à ce que la feuille s'est déjà beaucoup plus épaissie autour du point où l'insecte l'a piquée et a déposé son œuf.

On s'en assure en faisant une coupe transversale de la feuille : la Galle a déjà la forme lenticulaire ; elle est plus épaisse au centre, où l'on voit l'œuf qui n'est pas encore éclos. En se rapprochant des bords, elle va en diminuant graduellement et, par des transitions presque insensibles, se continue avec le tissu normal de la feuille.

En comparant la structure qu'offre déjà la Galle à cet état de développement peu avancé et celle qu'elle présente plus tard après que de l'œuf est sortie une larve, avec l'organisation du tissu normal de la feuille, on peut reconnaître avec sûreté et précision l'origine et le mode de formation du tissu morbide.

D'une façon générale on peut dire que, sous l'influence irritante de la blessure, l'activité formatrice de tous les éléments cellulaires est surexcitée ; ils s'hypertrophient et se multiplient tantôt en conservant les principaux traits du tissu originel, tantôt en se développant sous des formes différentes et nouvelles.

L'épiderme normal est formé d'une seule assise de cellules qui ne se multiplient que par des cloisons perpendiculaires à la surface ; il peut ainsi s'accroître en étendue, mais non en épaisseur. Au voisinage de la piqûre il en est tout autrement : il se forme dans les cellules épidermiques des cloisons parallèles à la surface aussi bien que des cloisons perpendiculaires et obliques ; l'épiderme se dédouble et souvent le cloisonnement se répétant encore une fois, il se produit trois assises de cellules d'origine épidermique. Dans d'autres Galles la multiplication des cellules épidermiques parallèlement à la surface est beaucoup plus considérable, on en verra plus loin un exemple dans la Galle en groseille. Le plus souvent le développement des cellules des couches ainsi produites est absolument indépendant ; le cloisonnement dans le sens perpendiculaire se répète plus souvent dans l'assise supérieure que dans l'inférieure, et alors deux ou trois cellules de la première correspondent à une seule de la seconde.

Tandis que les cellules épidermiques se multiplient ainsi, la couche en palissade est le siége d'un travail organique analogue, chaque cellule allongée se cloisonne transversalement et se change en une file de cellules.

Dans le point même où la feuille a été blessée par l'insecte, le tissu provenant de la multiplication des cellules épidermiques et sous-jacentes prend un caractère spécial : après que les cellules se sont plusieurs fois divisées par des cloisons qui se font à peu près dans tous les sens, de façon à produire un tissu homogène à éléments de forme peu régulière dans lequel on ne peut plus distinguer les cellules d'origine épidermique des cellules d'origine sous-épidermique, elles épaississent leurs parois et revêtent l'aspect que présente d'ordinaire dans les plantes le tissu cicatriciel qui se forme à la suite des blessures faites aux organes où la vie est encore assez active. C'est ainsi que se produit le mamelon d'un brun pâle qui se voit à la surface supérieure et qui comble la plaie faite par l'insecte au point qui devient le centre de la Galle.

Dans les points plus éloignés de la blessure au delà de la cicatrice de la plaie, les cellules provenant du cloisonnement des cellules en palissade ont des parois minces et conservent à peu près l'aspect des jeunes tissus de la feuille normale.

C'est surtout dans la couche moyenne que l'hypertrophie et la prolifération des cellules atteint son maximum. Elles se cloisonnent à plusieurs reprises dans diverses directions, mais surtout obliquement et se renflent de manière à atteindre souvent une taille considérable. Les cellules nouvelles présentent tous les caractères d'un tissu jeune et en voie de formation. Peu serrées les unes contre les autres, presque globuleuses, remplies de plasma au milieu duquel se montrent des noyaux très-développés, ces cellules émanant du tissu normal de la feuille qui avait déjà revêtu sa forme caractéristique et définitive, constituent une sorte de tissu primordial accidentel. C'est le tissu générateur des productions morbides qui se caractérisent plus tard plus ou moins nettement selon la nature de l'insecte qui a produit la lésion, selon le degré de complication que doit atteindre la Galle.

Dans la petite Galle lenticulaire et herbacée de la feuille du Chêne, les cellules les plus rapprochées du point où est l'insecte se caractérisent seules d'une manière nette; elles deviennent très-grosses, globuleuses, peu pressées les unes contre les autres, et se remplissent d'une substance très-finement granuleuse, opaque, azotée, sorte de protoplasma granuleux à l'intérieur duquel on distingue dans chaque cellule un noyau très-grand avec un nucléole et très-souvent des gouttelettes d'huile.

Ces cellules, qui ne ressemblent à aucune de celles que l'on peut observer dans les organes de végétation des plantes supérieures, ne manquent jamais à l'intérieur des Galles que j'ai observées; quelle que soit du reste leur structure, elles constituent essentiellement la couche alimentaire où la larve parasite trouve toute préparée la nourriture qui lui convient.

A l'extérieur de cette zone, le tissu homogène formé par la multiplication des cellules de la feuille normale se remplit de fécule. Il se colore en violet, tandis que la zone interne se colore en jaune sous l'action de l'Iode.

Ce dépôt de fécule se fait hors de la portée de la larve : ce n'est pas la fécule, mais la matière granuleuse azotée et mélangée de gouttelettes de graisse qui est directement consommée par l'animal.

La larve se nourrit et se métamorphose à l'intérieur de la Galle. Aussitôt formée, la Mouche qui en provient se creuse à travers la paroi un petit trou rond par où elle sort.

L'étude de cette petite Galle si simple nous permet déjà de reconnaître la marche constante de la formation des Galles, dont la première phase consiste toujours dans la production par voie de cloisonnement, à l'intérieur des tissus normaux, d'un tissu générateur spécial qui s'organise ensuite de façon à produire les éléments propres et caractéristiques de la Galle.

Une autre sorte de Galles d'organisation encore bien simple, mais fort différente d'aspect et ne paraissant plus avoir aucun rapport de structure avec la feuille du Chêne sur laquelle elles naissent aussi le plus souvent, sont celles que Réaumur a très-exactement décrites et figurées (1) sous le nom de Galles en groseille.

« Elles paraissent, dit-il, sur les feuilles de Chêne, et ce sont » les plus communes de toutes les Galles de cet arbre. Elles n'ont » pour l'ordinaire que la grosseur des grains de groseille; elles en » ont presque toujours la rondeur, et il y en a qui avec le temps » en prennent la couleur. Quand elles vieillissent, une partie » au moins de leur surface devient rouge de groseille à maturité. » Leur substance intérieure, quoique solide, est pleine d'eau, » comme celle de divers fruits, elles ont à leur centre une » cavité bien sphérique occupée par un insecte.

» C'est au-dessous des feuilles qu'il faut chercher ces sortes » de Galles; telle feuille n'en a qu'une, telle autre en a sept ou » huit ou davantage.

» Quoique les feuilles soient les endroits où les Galles en groseille sont le plus communes, des Galles de cette espèce naissent sur presque toutes les parties du Chêne. Mais le nom de » Galles en groseille ne parut jamais mieux convenir à ces » Galles que quand on les voit sur les chatons du Chêne où elles

---

(1) *Loc. cit.*, p. 440.

» croissent assez souvent : alors on croit voir des grappes de » groseilles pendre des branches du Chêne. Ces grappes à la » vérité sont ordinairement peu chargées de grains, mais au » moins ressemblent-elles à ces grappes de groseilles qui ont » coulé. »

Ces Galles en forme de boules verdâtres ou purpurines un peu transparentes qui paraissent fixées sur la surface des feuilles ou des chatons mâles du Chêne rentrent très-nettement dans la catégorie des Galles externes de M. Lacaze-Duthiers, de ces Galles dans lesquelles le « tissu nouveau est placé en dehors du végétal ».

Il est certain que quand on observe ces Galles entièrement formées, on ne peut facilement saisir une relation entre leur organisation et celle de l'organe qui les porte. Cependant, si l'on parvient à en suivre les premiers développements, on peut s'assurer qu'ils sont à peu près identiques à ceux de la Galle lenticulaire et herbacée que nous venons d'étudier. On y voit de même d'abord les cellules des parties de la feuille voisines du point piqué par l'insecte s'hypertrophier et se cloisonner de façon à produire un tissu semblable au tissu primordial en voie de multiplication rapide.

La prolifération des cellules épidermiques dépasse de beaucoup celle que nous avons observée, tout en se faisant de la même façon. Le cloisonnement des cellules se répète un grand nombre de fois dans le sens tangentiel. Il se forme ainsi un nombre d'autant plus grand d'assises que les cellules sont plus rapprochées du point où a été déposé l'œuf de l'insecte. Les cellules produites par ce cloisonnement dans le sens tangentiel s'accroissent elles-mêmes considérablement, puis se cloisonnent transversalement, c'est-à-dire dans un sens perpendiculaire au cloisonnement antérieur. J'ai vu la masse cellulaire émanant ainsi de la couche épidermique atteindre une épaisseur au moins trente fois plus grande que celle de l'épiderme normal. On y pouvait reconnaître nettement six à huit assises de cellules qui se divisaient en outre transversalement un très-grand nombre de fois.

Comme toutes ces cellules, produites par un cloisonnement maintes fois réitéré des cellules originelles, prennent chacune un développement indépendant et inégal, il devient bientôt à peu près impossible, quand on observe la Galle à un degré un peu avancé de développement, de reconnaître à quel tissu normal telle assise se rapporte, et de distinguer les cellules d'origine épidermique des cellules provenant du cloisonnement du mésophylle.

On peut observer très-bien dans les Galles jeunes la prolifération des cellules en palissade. On voit chacune de ces longues cellules se transformer par cloisonnement en une file de quatre ou cinq cellules à peu près isodiamétriques.

Ces cellules filles grandissent, leur largeur devient au moins égale à la longueur de la cellule mère; leur diamètre transversal a donc au moins triplé. Puis elles se sectionnent de nouveau, des cloisons s'y produisent transversalement et obliquement, et le cloisonnement se répète à plusieurs reprises, donnant naissance à un tissu jeune, homogène, formé de cellules délicates remplies de plasma contenant des noyaux et présentant les caractères ordinaires d'un jeune tissu en voie de multiplication très-active.

Les cellules de la couche moyenne sont de même le siége d'une hypertrophie et d'une prolifération considérable. C'est dans cette couche qu'est déposé l'œuf, c'est là que se forme la logette où la larve se développe. La multiplication des cellules y atteint son maximum. C'est surtout dans une direction perpendiculaire au rayon partant de l'œuf de l'insecte que se fait et se répète incessamment le cloisonnement.

Toutes les cellules de formation nouvelle sont munies de gros noyaux; elles grandissent et se multiplient avec une extrême intensité; elles atteignent une taille considérable, tout en offrant les caractères des cellules très-jeunes du tissu primordial.

Bientôt dans ce tissu homogène on voit comme dans la Galle lenticulaire et herbacée se différencier une zone de cellules au voisinage de l'endroit où a été placé l'œuf. Là les cellules se gonflent et deviennent plus globuleuses et moins cohérentes;

en même temps elles se distinguent, surtout par leur contenu, du reste du tissu de la Galle, qui est transparent. Elles se remplissent d'une matière finement granuleuse et deviennent opaques. L'iode colore leur contenu fortement en jaune. Au milieu de ce plasma granuleux se voient de très-gros noyaux munis de nucléoles ; ils sont plus gros dans cette couche que dans toutes les autres.

Cette assise azotée, qui est identique avec la zone alimentaire de la Galle lenticulaire, montre une épaisseur de trois ou quatre cellules, mais elle n'est pas nettement limitée vers l'extérieur, et des cellules situées au delà prennent peu à peu les mêmes caractères.

Par suite de cette multiplication réitérée de toutes les assises cellulaires de la feuille, la Galle augmente rapidement de volume ; elle s'arrondit, fait saillie à la face inférieure de la feuille et prend la forme globuleuse qui la caractérise et qu'elle montre de très-bonne heure alors qu'elle n'a guère encore plus d'un millimètre de diamètre.

A travers le parenchyme de la feuille se forment de petits faisceaux vasculaires qui, se rattachant aux petites nervures de la feuille, contournent la logette où se trouve l'insecte. Les vaisseaux qui se forment dans la Galle sont hypertrophiés ; ils présentent une taille beaucoup plus grande que celle des vaisseaux des nervures de la feuille. Parfois ils subissent en même temps une sorte d'arrêt de développement, par suite duquel les cellules vasculaires ne s'allongent pas en tubes, mais demeurent courtes et prennent en largeur un développement anomal. Ce n'est pas cependant un phénomène constant, il s'en faut beaucoup; le plus souvent les cellules vasculaires s'allongent assez pour prendre à peu près la forme ordinaire des trachées. On peut du reste observer très-bien dans le tissu jeune de la Galle la formation des cellules vasculaires : on voit certaines cellules provenant par cloisonnement d'une cellule mère se caractériser ainsi en se couvrant de fines stries d'épaississement, tandis qu'à côté d'elles d'autres cellules sœurs ne se différencient pas en cellules vasculaires, et conservent des parois fines, minces, transparentes et lisses, à travers lesquelles on distingue des noyaux très-apparents au milieu du plasma.

Pendant que la Galle se forme et grandit et que la couche interne du parenchyme se remplit de matière granuleuse azotée, on voit apparaître aussi dans son tissu de la fécule. Des grains de cette matière se déposent, non dans une couche spéciale et déterminée, mais dans les cellules voisines de la surface, et surtout au voisinage de la partie normale de la feuille, auprès des faisceaux vasculaires qui en viennent.

Ce dépôt de fécule ne se montre pas longtemps dans les tissus. Je l'ai vu assez abondant à la périphérie d'une Galle d'environ 2 millimètres de diamètre. Plus tard, quand la Galle grossit, la fécule disparaît complétement. Il me semble infiniment probable qu'amenée par les faisceaux vasculaires qui communiquent avec la plante et emmagasinée provisoirement dans les cellules de la Galle les plus voisines, la fécule mise d'abord en réserve fournit ensuite des matériaux à la production cellulaire, qui est extrêmement énergique dans ce jeune tissu morbide.

Ici encore nous voyons avec une netteté absolue que ce n'est pas la fécule mais la matière granuleuse azotée de la zone interne qui est directement employée à l'alimentation de la larve.

Celle-ci trouve dans la Galle la nourriture qui lui convient, grandit, puis se métamorphose en une petite Mouche qui perce un trou dans le tissu mou et spongieux de la Galle parvenu à un âge relativement avancé, et s'envole.

Parfois cependant la larve du Cynips qui cause la Galle, cachée au fond de sa logette, est victime d'ennemis qui viennent l'attaquer dans son réduit. Des Ichneumons percent la Galle pour y déposer des œufs d'où sortent des larves qui dévorent les larves de Cynips. Il n'est pas rare, quand on fait la coupe d'une Galle de voir, dans la logette non entièrement remplie comme d'ordinaire, une grosse larve de Cynips servant de pâture à une petite larve d'Ichneumon.

Les Galles en groseille se rencontrent surtout à la face inférieure des feuilles, et c'est là qu'elles atteignent leur plus grande taille, souvent la grosseur d'un pois. Elles sont alors généralement d'un vert pâle; la petite partie de la Galle qui se montre au côté supérieur, au niveau de la surface du limbe de la feuille, y apparaît comme une tache ronde, lisse et très-faiblement bombée, qui le plus souvent est colorée en rose pourpre.

Il n'est pas rare de voir des Galles en groseille se développer sur les petites stipules scarieuses des feuilles; elles semblent alors portées directement par le jeune rameau. Dans ce cas elles sont généralement rosées et marquées de nombreuses et fines stries ou ponctuations purpurines. Elles sont encore colorées ainsi le plus souvent, quand elles naissent sur les pétioles ou sur une nervure à la face supérieure des feuilles ou sur l'axe des chatons, où elles simulent si bien, comme l'a dit Réaumur, des grappes de groseilles.

Sur les pétioles, sur les chatons, le développement de la Galle se fait exactement comme sur les feuilles : la couche en palissade et la couche moyenne sont remplacées par le parenchyme cortical; le cloisonnement et la formation du tissu nouveau s'y font d'une façon identique.

Parfois on trouve à la face inférieure des feuilles de Chêne des Galles sphériques qu'on ne saurait distinguer par des caractères extérieurs des Galles en groseille que nous venons d'étudier, mais qui, lorsqu'on les coupe, présentent une consistance toute différente. Au lieu d'être formées dans toute leur profondeur d'un tissu ferme mais charnu, homogène et facile à couper, ces Galles sont très-dures, surtout vers le centre, et opposent à l'instrument tranchant une remarquable résistance. J'en ai vu une née sur le pétiole d'une feuille présenter la coloration blanche ponctuée de rouge que l'on observe d'ordinaire sur les Galles en groseille venues dans de pareilles conditions; elle était vide. Dans d'autres, j'ai vu une grosse larve de Cynips servant de pâture à une larve d'Ichneumon; dans d'autres, plusieurs larves se creusant plusieurs logettes irrégulières. Dans ces cas divers les Galles avaient été piquées par des parasites.

L'action qu'exerce la piqûre des parasites sur le développement d'une Galle d'une espèce particulière pourra faire l'objet d'une étude spéciale. C'est une question que je ne saurais aborder ici.

Quoi qu'il en soit, la Galle à zone dure, non-seulement a l'aspect extérieur des Galles en groseille, mais elle en a en outre la structure intérieure, à part ce seul point, que les cellules qui bordent en dehors la zone interne à cellules globuleuses et remplies de matière granuleuse azotée, ont des parois plus épaisses, plus dures et marquées de nombreuses ponctuations. Les cellules les plus profondes sont celles qui s'épaississent le plus : elles ont des ponctuations bien nettes; elles sont suivies de cellules à ponctuations à peine visibles qui font une transition insensible avec le reste du parenchyme. En certains points, les cellules nettement ponctuées s'étendent plus loin du centre au milieu du tissu non ponctué qu'en d'autres, et c'est ce qu'on remarque surtout dans les endroits où les cellules sont plus étroites, plus allongées dans le sens du rayon de la Galle. Les ponctuations sont larges; dans les cellules où l'épaississement est considérable, on voit souvent se former de petites ponctuations secondaires sur l'aire d'une grande ponctuation. Les parois épaissies et ponctuées sont lignifiées; elles se colorent bien nettement en jaune sous l'action du sulfate d'aniline.

Ces cellules toutefois paraissent encore bien vivantes, et montrent à la fois des parois ponctuées et de gros noyaux très-nettement visibles et aussi apparents que ceux des cellules non ponctuées du reste du parenchyme, fait dont je ne connais pas d'exemple dans un tissu normal.

Ces cellules à parois épaissies et ponctuées peuvent prendre plus ou moins d'extension dans des Galles petites, vertes et rugueuses; je les ai vues s'étendre depuis la zone alimentaire jusqu'à l'épiderme. Fortement épaissies et ponctuées, elles constituent dans un très-grand nombre de Galles la couche protectrice de M. Lacaze-Duthiers.

Les Galles en groseille nous offrent un exemple de structure encore simple et où les tissus commencent seulement à se différencier pour prendre par des gradations insensibles un caractère plus accentué plus exclusivement propre au tissu morbide, plus différent de celui des tissus de l'organe normal dont elles émanent. Très-complexe déjà, très-avancée en développement, si on la compare à la petite Galle lenticulaire, la Galle en groseille a eu des commencements semblables. Galle interne et Galle externe sont identiques à l'origine.

Beaucoup d'autres Galles atteignent un bien plus haut degré de complication que celle que je viens de décrire ; on y voit plusieurs couches concentriques s'organisant de façon très-différente autour de la logette où est l'insecte, et offrir des éléments anatomiques très-nettement différenciés. J'en décrirai un seul exemple que j'emprunterai à d'autres Galles naissant sur le bord des nervures des feuilles de Chêne, et que Réaumur a bien signalées et observées à l'état de complet développement, mais sans se rendre exactement compte de leur structure, qui paraît au premier abord tout à fait exceptionnelle.

« On voit, dit Réaumur (*loc. cit.*, p. 429), ces Galles sur les » feuilles du Chêne avant la fin d'avril, et on les retrouve encore » vertes ou d'un vert jaunâtre dans le commencement de juin. » Elles sont à peu près également renflées sur les deux côtés de » la feuille ; tous deux semblent avoir une part à peu près égale » à sa production. La feuille sert de base de chaque côté à la » partie convexe qui s'en élève. Le contour de ces bases est ordi» nairement irrégulier, assez souvent oblong, mais plus com» munément il approche de la figure circulaire. Chacune de ces » convexités est un peu conique, et la Galle est formée de deux » cônes grossiers. Je ne me suis avisé, ajoute Réaumur, d'ouvrir » celles de cette espèce que dans le mois de mai, quand elles » avaient pris tout leur accroissement. Leur cavité est alors con» sidérable. Il y a des Galles grosses comme des noix qui n'en » ont pas de si grandes, quoique celles dont nous parlons n'aient » souvent au-dessus de la feuille que le diamètre d'un pois. Aussi » leurs parois n'ont à peu près qu'une épaisseur double de celle » de la feuille. J'ai été surpris, continue Réaumur, de ne trouver » dans la cavité de chacune de ces Galles qu'un corps très-petit

» par rapport à la grandeur de cette cavité et qui ne ressemblait
» pas du tout à celui que je m'attendais d'y trouver. Si c'était
» là la place où les graines de Chêne croissent, si le Chêne avait
» de si petites semences, on n'aurait pas hésité à prendre ce petit
» corps pour une graine : il a précisément la figure de diverses
» graines faites en rein ; et il a la couleur propre à quelques-unes,
» il est d'un brun qui tire sur le marron ; il n'a aucune ressemblance
» avec un animal. Cependant la place où se trouve ce
» petit corps ne permet pas de le prendre pour autre chose que
» pour un insecte ou pour le logement d'un insecte. Aussi ayant
» ouvert plusieurs de ces petits grains, j'ai trouvé dans chacun
» un petit ver blanc. Le petit grain en question est donc une
» coque dans laquelle un ver est renfermé. Si j'avais ouvert les
» Galles de meilleure heure, j'aurais apparemment vu dans
» chacune un ver sans coque. Cette coque n'est point faite de la
» peau que le ver a quittée pour se métamorphoser. D'ailleurs
» elle ne paraît aucunement une coque de soie, elle a un air
» ligneux ; il y a toute apparence que le ver se la fabrique de
» fibres qu'il a détachées de la surface intérieure de la Galle.
» C'est une coque qui peut être mise au rang des coques les
» mieux faites ; mais sa petitesse et l'endroit dans lequel elle est
» logée ne m'ont pas permis d'espérer de parvenir à observer le
» ver pendant qu'il travaille à la construire. »

Cette dernière partie de la description de Réaumur dépasse la simple observation, et s'éloigne trop de ce que l'on connaît de la structure des autres Galles pour pouvoir être admise sans contrôle.

Parvenue à sa forme définitive, la Galle est assez exactement décrite dans les lignes qui précèdent. Elle rentre dans la catégorie des Galles internes de M. Lacaze-Duthiers, comme la Galle lenticulaire herbacée. Si l'on fait une coupe transversale de la feuille et de la Galle, on voit que cette dernière forme une sorte d'ampoule dont les parois n'ont pas partout une égale épaisseur. Les côtés par où la Galle est en continuité avec la partie normale de la feuille sont larges, renflés et charnus. Là la paroi est formée de nombreuses cellules à parois minces composant un tissu fort analogue au parenchyme de la Galle lenticulaire et herbacée, mais beaucoup plus développée. En se rapprochant du centre de la Galle, la paroi s'amincit graduellement; dans la portion la plus saillante, elle est mince et membraneuse tant à la face supérieure qu'à l'inférieure.

Sur un des côtés on voit dans les parties épaissies le système fibro-vasculaire de la nervure sur le bord de laquelle la Galle s'est formée. La cavité de la Galle n'est pas régulièrement sphérique, une coupe transversale menée perpendiculairement à la nervure la montre en général un peu allongée transversalement et souvent irrégulièrement pentagonale.

Le tissu qui borde la cavité diffère du reste du parenchyme; les cellules, un peu plus petites, un peu plus allongées, ont des parois plus épaisses et ponctuées; elles sont lignifiées; elles forment une couche mince qui se détache avec une grande netteté en se colorant en jaune vif quand on traite le corps par le sulfate d'aniline. Cette couche interne de la paroi est tout à fait comparable par sa structure à la partie profonde du parenchyme des Galles sphériques à parois dures. Elle n'a pas la même épaisseur dans tous les points, elle est un peu plus large dans les régions où toute la paroi de la Galle est épaissie. Elle est de plus en plus mince à mesure que cette paroi devient membraneuse, et disparaît même complétement à un point situé au centre de la partie bombée, le plus souvent à la partie inférieure. A cette place se voit à la surface un petit point brunâtre, saillant à l'extérieur.

Quant au petit corps brun et réniforme dont Réaumur compare très-justement l'aspect à celui d'une petite graine, il est le plus souvent entièrement libre dans la grande cavité, ou bien il adhère à peine et très-faiblement à sa paroi interne. Si on l'ouvre, on voit, comme le dit Réaumur, un petit ver blanc, ou plus tard, aux premiers jours de juin, une Mouche.

Qu'est ce petit corps? Est-ce, comme le suppose Réaumur, une coque que le ver a fabriquée de fibres qu'il a travaillées? L'observation directe n'est pas favorable à cette hypothèse. Cette coque est opaque et il est assez difficile d'en bien reconnaître la structure ; toutefois on peut la rendre un peu transparente par l'emploi de la potasse, et l'on reconnaît alors qu'elle est formée de cellules un peu allongées, bien cohérentes, épaisses et marquées de nombreuses ponctuations. Non-seulement le tissu de cette coque offre ainsi tout à fait l'aspect d'une lame de tissu végétal homogène et continu, mais il présente même une très-frappante analogie de structure avec la couche résistante qui borde à l'intérieur la cavité de la Galle ; il n'en diffère que par la taille un peu plus petite des cellules et leur épaisseur plus grande. Ce n'est donc certainement pas un étui artificiellement construit par le travail de l'insecte. Mais comment a pu se produire cette sorte de petit noyau habité par un insecte et que l'on voit isolé et libre au milieu de la cavité de la Galle ? C'est ce que seul l'examen de la formation de la Galle peut montrer.

A l'état le plus jeune où je l'ai observée, cette Galle offre un aspect qui rappelle très-bien la petite Galle lenticulaire et herbacée naissante. Là où elle se développe, le tissu de la feuille s'hypertrophie ; toutes les cellules se multiplient par un cloisonnement maintes fois répété, et il se produit un tissu générateur de la Galle qui commence à se différencier. L'analogie est frappante ; le tissu qui est le siége de la Galle n'est pas, il est vrai, le parenchyme de la feuille dans l'intervalle de deux nervures, mais le bord même d'une nervure en un point où les cellules n'offrent pas les caractères de la couche en palissade ; mais cela importe fort peu. Nous avons vu déjà que la Galle en groseille se développe de la même façon dans les cellules du limbe de la feuille ou dans les cellules corticales des nervures. Il n'en est pas autrement ici. En réalité, toutes les cellules arrivent vite, par le cloisonnement réitéré, à se fondre en un tissu identique d'où l'on voit naître, par une différenciation qui s'accentue graduellement, les divers tissus caractérisés de la Galle.

Ici, dès le premier moment, une différenciation plus complexe se manifeste, et l'on voit se former autour de l'œuf de l'insecte trois couches distinctes au-dessous d'un assise superficielle qui conserve le caractère d'un épiderme.

La couche la plus extérieure offre les caractères d'une couche herbacée ; c'est celle qui conserve le plus les caractères du tissu de la feuille. Les cellules s'y cloisonnent à peu près dans tous les sens ; dans certains points toutefois, le cloisonnement parallèle à la surface domine, et les cellules se montrent disposées en files à peu près perpendiculaires aux deux faces extérieures ; ces cellules contiennent un peu de matière verte.

Au voisinage immédiat de l'œuf s'organise une couche de cellules globuleuses qui se caractérisent particulièrement par leur contenu opaque finement granuleux et de nature azotée. C'est la zone ou la larve va trouver sa nourriture ; elle est identique à la couche alimentaire que nous avons déjà signalée dans toutes les autres Galles.

Entre la couche interne opaque et la couche externe verdâtre est une couche intermédiaire transparente, dans laquelle les cellules prennent un accroissement plus considérable que celles des zones contiguës.

Tout d'abord ces trois couches ne sont pas nettement limitées, elles se différencient par le contenu et par la taille des cellules qui les composent, mais non pas par les caractères nets d'épaississement des parois ; toutes ont encore des membranes lisses, minces et délicates.

Dans la jeune Galle à cet état on distingue très-clairement, sur une coupe convenablement menée, le point où a eu lieu la piqûre de l'insecte. Il est le plus souvent, mais non toujours, à la face inférieure de la feuille.

La blessure a donné lieu, comme dans la petite Galle lenticulaire, à la formation d'une sorte de mamelon cellulaire dû au cloisonnement des cellules contiguës. Le tissu ainsi produit diffère notablement du tissu voisin ; les cellules qui le composent sont assez irrégulières de forme et ont des parois plus épaissies que celles qui les entourent ; elles arrivent très-vite au terme de leur accroissement et brunissent. Ce tissu est incontestablement identique au tissu cicatriciel qui se forme le plus communément à la suite d'une blessure subie par un organe végétal dont la vie est un peu active.

Il est intéressant de distinguer et de voir ainsi rapprochées dans la Galle la production morbide fort limitée qui se manifeste à la suite de la lésion mécanique et qui comble simplement la plaie faite par l'insecte, et la création d'un foyer spécial de formations organiques d'où doit sortir, par une série de manifestations successives, une sorte d'organisme morbide ayant une structure particulière qui varie selon la nature de l'irritation spécifique qui l'a fait naître.

Au moment où les trois couches concentriques dont j'ai indiqué l'apparition commencent à se distinguer, la Galle naissante ne contient pas encore de fécule.

Bientôt cependant des grains de cette substance se déposent dans les cellules qui sont à la limite de la zone interne opaque granuleuse et de la zone moyenne transparente; en même temps une étroite couche nouvelle se forme à cette place même au milieu des cellules où se dépose l'amidon.

La couche nouvelle est formée de cellules beaucoup plus étroites que celles de la zone interne; elles sont remplies d'une matière opaque et sont assez difficiles à distinguer nettement. Les parois de ces cellules s'épaississent très-vite; l'épaississement de leurs parois est le caractère le plus net qui permette de les distinguer des cellules contiguës dont les parois demeurent minces, et qui ne se distinguent des autres cellules de la couche moyenne ou de la couche interne que parce qu'elles contiennent de la fécule. La couche mince à parois épaisses forme une ligne jaune au milieu du tissu violet, quand on traite une coupe par l'iode.

Ainsi une limite nette s'établit par la formation de cette assise de petites cellules à parois relativement épaisses entre la zone interne et la zone moyenne.

Quant au dépôt de fécule, il ne caractérise pas nettement une assise particulière. Il ne s'en dépose qu'une très-faible quantité dans les cellules du bord de la zone moyenne; il s'en produit beaucoup plus dans la zone interne à l'intérieur des cellules qui contenaient déjà une matière granuleuse azotée, mais seulement cependant dans la partie extérieure de cette zone.

L'accumulation de la fécule dans ces parties augmente pendant quelque temps à la limite de la couche alimentaire, et il s'en dépose même quelque peu dans la couche à petites cellules. Celle-ci du reste se caractérise de plus en plus nettement par l'épaississement notable de ses parois et les ponctuations dont elles sont marquées; elles prennent un aspect tout à fait analogue à celui que présentent les cellules pierreuses des fruits et des noyaux.

Dès lors la partie interne, limitée par cette sorte de noyau ne prend plus aucun accroissement, tandis que les parties externes de la Galle grandissent d'une façon considérable. La partie externe et herbacée, ce qu'on pourrait appeler l'écorce de la Galle, continue de se développer par une multiplication de cellules analogues à celle qui se produit dans un organe normal en voie d'accroissement. Elle s'étend beaucoup sans s'épaissir notablement. Les cellules de la région moyenne subissent par suite une traction très-grande de dedans en dehors. Elles s'allongent d'abord dans le sens du rayon de la Galle, souvent beaucoup, et atteignent une grande longueur. Mais elles ne peuvent suivre le développement excessif de la zone extérieure; elles se déchirent au voisinage du noyau de la Galle, et une lacune se forme entre celui-ci et la couche moyenne déchirée, dont les débris restent adhérents à la zone externe et sont entraînés par elle. Le noyau se trouve ainsi isolé au milieu d'une cavité dont les débris de la couche moyenne tapissent les parois.

Pendant que la couche externe entraîne ainsi par son accroissement excessif la zone moyenne et l'oblige à se déchirer, on voit encore apparaître entre elles une couche nouvelle analogue à celle qui s'était produite déjà entre la couche moyenne et la couche interne. Les parois des cellules situées à la limite de la zone externe s'épaississent, se marquent de ponctuations et se lignifient. Si l'on compare les cellules de cette coque externe à celles de la coque interne, on voit qu'elles sont plus larges et moins épaisses; elles offrent du reste une grande analogie, les unes et les autres se colorent fortement en jaune par le sulfate d'aniline.

La mince couche ligneuse qui borde à l'intérieur la paroi de la cavité de la Galle se rapproche de l'extérieur au point où se trouve le petit amas de tissu cicatriciel qui comble la blessure faite par l'insecte; là elle est interrompue complétement. De telle façon que l'on peut considérer la paroi de la cavité de la Galle comme portant en cet endroit une ouverture que ferme un bouchon de tissu cicatriciel. Dès lors la Galle a atteint son organisation définitive.

Le petit noyau intérieur qui demeure libre dans la grande cavité de la Galle contient une larve enfermée au milieu d'un riche amas de matière alimentaire; au centre, à la portée de l'insecte, est une matière granuleuse à laquelle est venu s'ajouter plus tard un dépôt de fécule qui s'est accumulé au pourtour, le long de la coque dure, sur une assez grande épaisseur.

La larve grossit en se nourrissant de ces matières; elle se ronge une place de plus en plus grande, et finit par occuper tout l'intérieur de la coque ligneuse.

Si l'on fait des coupes du petit amas de matière alimentaire pendant le développement de la larve, on voit toujours, quelle que soit la quantité de substance déjà rongée, que les bords de la logette où est l'insecte sont formés par de grandes cellules dépourvues d'amidon et remplies de matière granuleuse azotée. En arrière on voit encore des cellules qui contiennent des grains de fécule colorables en violet par l'iode; mais la répartition de cette matière est assez irrégulière. Il y a en certaines places des dépôts amylifères au voisinage de la coque; ailleurs les cellules dépourvues d'amidon s'étendent jusqu'à cette limite. Il ne me paraît guère possible de douter que la fécule qui s'était déposée à l'intérieur de la coque se résorbe avant d'être à la portée de la larve, et que par conséquent elle ne sert pas directement à sa nourriture. A mesure que les grains colorables en violet par l'iode disparaissent, on voit, au milieu du plasma granuleux dont les cellules sont remplies, apparaître des gouttelettes de plus en plus nombreuses de matière grasse.

Sur une coupe d'une coque presque vide où le dépôt alimentaire avait été presque complétement rongé par la larve, il ne restait plus trace de fécule, bien que les cellules intactes fussent de celles où la fécule s'était déposée en plus grande quantité, et le tissu était gorgé de gouttelettes de graisse que j'ai pu dissoudre par l'éther.

Souvent plusieurs des Galles que je viens d'étudier sont juxtaposées et soudées l'une à l'autre. Quand on les ouvre, on les trouve divisées en deux ou trois loges contenant chacune un noyau insectifère. Parfois la fusion est plus intime encore ; les cavités de plusieurs Galles primitivement distinctes se confondent, et dans une cavité unique on trouve deux ou trois noyaux insectifères. Dans ce cas on voit à la surface deux ou trois petits points bruns, cicatrices persistantes de chaque piqûre faite à la feuille par l'insecte pour y déposer son œuf.

On peut, je crois, tirer, de l'examen de ces quelques Galles d'organisation très-différemment compliquée, des notions générales sur le mode de formation de ces productions morbides.

Pour toutes, la création du tissu spécial de la Galle aux dépens du tissu normal de l'organe qui la porte se fait en suivant la même marche, en obéissant à la même loi.

Quand le tissu du végétal est blessé par l'insecte qui y dépose son œuf, il s'y manifeste une surexcitation formatrice considérable; les cellules voisines de la blessure grandissent et se multiplient par cloisonnement.

Dans certains cas, on peut nettement distinguer dans le travail organique qui se produit à la suite de la piqûre de l'insecte les effets différents de deux ordres distincts d'action de cette piqûre, la lésion mécanique, et l'irritation spécifique, qui produit une tumeur différente selon la nature de l'insecte.

Les suites de la lésion mécanique sont identiques à celles que causerait une piqûre faite par la pointe d'un instrument quelconque. Il se forme une petite quantité d'un tissu particulier identique à celui qui se produit sur toute plaie faite à un végétal où la vie est encore active. Ce tissu cicatriciel, formé par cloisonnement des cellules voisines de la plaie, ferme la blessure ; son développement est très-limité.

Il n'en est pas de même pour l'irritation spécifique qui accompagne le dépôt de l'œuf et que cause probablement une sorte de venin que l'insecte verse dans la plaie.

Sous son action, l'hypertrophie et le cloisonnement répété des cellules enlèvent au tissu normal sa consistance et sa structure. Les cellules qui étaient parvenues à la forme particulière qui devait normalement être définitive pour elles, allongées par exemple dans un sens déterminé, spécialisées comme partie d'un tout organique à la direction duquel leur croissance a été subordonnée, ces cellules se métamorphosent, en se multipliant par cloisonnement, en un tissu homogène dont la croissance est absolument indépendante, et qui offre le caractère anatomique d'un tissu primordial en voie de multiplication et d'accroissement très-intense. Les cellules y sont remplies de protoplasma et contiennent des noyaux qui se multiplient activement.

Telle est la première phase de l'action spécifique de la piqûre : formation, aux dépens du tissu normal de la plante, d'un tissu primordial morbide qui entoure l'œuf du parasite.

Bientôt le tissu primordial se différencie d'une façon spéciale donnant naissance à des tissus celluleux morbides qui offrent des caractères particuliers, et dont la structure est fort différente de celle des tissus de l'organe qui porte la Galle.

La différenciation des tissus spéciaux se prononce à des degrés divers dans les diverses Galles. Plus elle est complète, plus la différence est marquée entre eux et les tissus normaux.

Au voisinage immédiat de l'œuf de l'insecte se forme toujours une couche spéciale qui, par son aspect et sa composition, diffère de toutes les autres et qui ne fait jamais défaut. Elle est formée de cellules minces à peu près sphériques, peu pressées les unes contre les autres et que remplit une matière granuleuse, opaque, de nature azotée, qui sert à l'alimentation de la larve. Dans cette couche se dépose en outre très-souvent de l'amidon, mais dans les parties extérieures seulement. Cet amidon ne paraît pas servir directement à l'alimentation de l'insecte, il se résorbe avant que la dent de la larve ait pu l'atteindre ; à sa place apparaissent dans la matière plasmatique granuleuse de nombreuses gouttelettes de matière grasse qui sont consommées par l'animal parasite.

A l'extérieur de cette couche alimentaire s'organisent diverses zones de tissus qui se développent de façon différente, selon les espèces de Galles, et dont l'étude anatomique comparée a été excellemment faite par M. Lacaze-Duthiers. Selon le degré de la multiplication et le sens du développement des tissus divers qui les composent, les Galles apparaissent hors de l'organe qui les porte et semblent placées à la surface même du végétal, ou demeurent à l'intérieur des tissus; elles sont internes ou externes.

Les unes et les autres sont identiques à l'origine, et ne se distinguent que par les proportions de leur accroissement.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 16.

Fig. 1. Feuille de Chêne portant une Galle lenticulaire herbacée (de grandeur naturelle).

Fig. 2. La même Galle, plus grossie, vue par sa face supérieure.

Fig. 3. La même, coupée transversalement. On voit à son intérieur la cavité où est logé l'insecte.

Fig. 4. Tissu cicatriciel qui comble la plaie faite par la piqûre de l'insecte, et forme le mamelon saillant que l'on voit au centre de la surface supérieure de la Galle.

Fig. 5. Galle très-jeune contenant un œuf. On voit nettement par où l'insecte a piqué la feuille pour introduire son œuf.

Fig. 6. Bord de la Galle, plus grossi, montrant la transformation du tissu normal de la feuille en tissu de la Galle par cloisonnement des cellules.

Fig. 7. Tissu de la feuille au bord d'une jeune Galle en groseille, montrant un faisceau vasculaire.

Fig. 8 et 9. Cellules vasculaires de la Galle en groseille, au même grossissement que la figure 7, qui représente les éléments analogues normaux non hypertrophiés.

Fig. 10. Tissu de la Galle en groseille formé par le cloisonnement répété de la couche épidermique. Les premiers degrés de multiplication de ces cellules sont figurés pl. 17, fig. 6.

Fig. 11. Jeune Galle en groseille coupée transversalement et faiblement grossie. On y voit de l'amidon (coloré en violet foncé par l'iode) déposé dans les couches extérieures, et surtout vers les bords par où la jeune Galle est en continuité avec les tissus de la feuille restée normale.

PLANCHE 17.

Fig. 1. Galles en groseille sur la face inférieure des feuilles du Chêne pédonculé.

Fig. 2. Coupe transversale d'une feuille normale de Chêne.

Fig. 3. Galles en groseille sur des chatons de Chêne.

Fig. 4. Cellules à parois épaissies et ponctuées de l'intérieur d'une Galle en groseille dure. On voit à leur intérieur de gros noyaux.

Fig. 5. Coupe transversale d'une Galle en groseille. A la partie inférieure de la figure on voit le tissu qui borde la logette de l'insecte : il est opaque ; les cellules qui le composent sont à peu près globuleuses ; elles contiennent une matière azotée très-finement granuleuse et de gros noyaux. Dans la partie moyenne on distingue un faisceau vasculaire se dirigeant circulairement.

Fig. 6. Tissu très-jeune de la Galle produit par le cloisonnement des cellules de la face supérieure de la feuille. Si l'on compare cette figure à la figure 2, qui représente au même grossissement la feuille normale, on voit comment les cellules épidermiques et les cellules en palissade s'hypertrophient et se divisent.

Fig. 7. Tissu très-jeune de la Galle produit par le cloisonnement des couches inférieures de la feuille. Même degré de développement que dans la figure précédente.

Fig. 8. Tissu de la jeune Galle au voisinage de l'œuf de l'insecte. Première formation de ce qui doit devenir la couche alimentaire.

PLANCHE 18.

Fig. 1. Vue de la Galle creuse des nervures contenant un noyau insectifère. Sur un des côtés de la paroi on voit la nervure de la feuille le long de laquelle s'est formée la Galle. En bas, dans la partie mince de la paroi, est l'endroit où la piqûre a été faite. A l'intérieur de la Galle se trouve libre, dans une large cavité, une sorte de noyau réniforme à l'intérieur duquel vit l'insecte parasite.

Fig. 2. Vue de la même Galle coupée transversalement, de grandeur naturelle.

Fig. 3. Aspect général de la Galle vue par la face inférieure de la feuille. La figure représente deux Galles accolées et à demi confondues.

Fig. 4. Galle très-jeune dans laquelle le tissu primordial de la Galle commence à se différencier en trois zones distinctes.

Fig. 5. Couche alimentaire (la plus profonde des trois zones de la figure précédente). A la limite de cette couche, du côté de la couche moyenne, est une couche dure formée de cellules ponctuées à parois épaisses et lignifiées.

Fig. 6. Coupe de la couche dure que contient la paroi de la Galle du côté qui borde la grande cavité.

Fig. 7. La même couche, vue par le côté qui regarde l'intérieur de la Galle.

Fig. 8. Aspect extérieur du noyau insectifère ; les cellules qui en forment l'enveloppe ne sont autres que celles qui sont figurées sur une coupe transversale (fig. 5).

Fig. 9. Coupe transversale de toutes les parties de la Galle en voie de développement. On voit en bas la paroi de la Galle présentant en un point le tissu cicatriciel qui comble la plaie formée par la piqûre de l'insecte. La couche moyenne est en partie désagrégée, et à sa place se forme une grande lacune qui est la cavité de la Galle. Au delà, vers le haut de la figure, est la coque dure formée par la couche protectrice, et au delà la couche alimentaire à demi rongée.

NOTE

SUR

QUELQUES PLANTES DU GROUPE DES THÉOPHRASTÉES

Par M. J. DECAISNE.

La publication du 2e volume du *Genera* de MM. Bentham et Hooker m'a remis en mémoire des analyses, que j'avais faites en 1870, de fleurs d'un arbuste cultivé dans les serres du Jardin de la ville de Paris, sous le nom de *Posoqueria macrantha*, mais qu'il me fut facile de reconnaître pour une Théophrastée génériquement différente du *Clavija*. Cet arbuste, dont le port rappelle celui des *Jacquinia*, se distingue de toutes les Théophrastées connues par sa forte villosité, ainsi que par ses fleurs solitaires, munies seulement de très-petites languettes au lieu d'appendices charnus ou de couronne, que présentent les corolles des *Clavija*.

Je dédie ce genre à M. Pierre-Paul Dehérain, aide-naturaliste au Muséum, bien connu par ses importantes recherches de physiologie végétale et de chimie agricole.

DEHERAINIA, gen. nov.

Flos axillaris, solitarius. Calyx 5-partitus, foliolis suborbicularibus, ciliolatis. Corolla rotata, tubo calyce incluso; limbus patulus, 5-lobus, lobis carnosulis, suborbicularibus, integris v. emarginatis; appendices 5, parvæ, ligulatæ, corollæ sinubus oppositæ, virides. Stamina 5; *filamenta* libera, complanata, erecta, contigua v. patula discreta, corollæ lobis opposita; *antheræ* subquadratæ, extrorsæ, biloculares, connectivo truncato, farinoso, farina e cellulis fibrosis composita. Discus 0. Ova-

RIUM lageniforme, in stylum attenuatum, stigmate discoideo, uniloculare, placentario centrali, apiculato, multiovulato. FRUCTUS....

Frutex mexicanus, ramosissimus, villositate violaceo-fusca insignis, ramis inferne nudis, apice foliosis; foliis alternis, in umbellulam congestis; floribus solitariis, reflexis, viridibus.

DEHERAINIA SMARAGDINA †.

D. ramulis teretibus dense ferrugineo-villosis; foliis ovato-ellipticis acuminatis basi in petiolum brevem attenuatis; floribus reflexis intense viridibus.

Posoqueria macrantha Hort.
Theophrasta smaragdina Hort. Linden.
Jacquinia smaragdina Hort.

DESCRIPT. — *Frutex* apud nos metralis, ramosus, foliosus; trunco 0m,03 in diametro, tereti, cortice fusco rimoso pilisque brevibus ferrugineis vestito; rami a foliis delapsis subnodosi, fusci; ramuli teretes, inferne nudi, apice foliosi, pilis violaceo-ferrugineis mollibus patulis dense vestiti.

Folia ad ramulorum apicem alterna, congesta, patula, quasi umbellata, coriacea, nervo medio supra tantum villoso, cæterum glabra, subnitida, læte viridia, subtus vero molliter ferrugineo-villosa, majora 0m,15 longa, 0m,05 lata, minora 0m,07 longa, 0m,03 lata, in petiolum brevem villosum attenuata, penninervia, nervis secundariis apice arcuatis confluentibus ad marginem evanidis, cuticula in sicco tenuissime rugosa.

Flores e congerie foliorum axillares, reflexi, solitarii, pedicellati, pedicello ebracteato, villoso, cum calyce continuo-turbinato.

Calyx 5-partitus, foliolis orbicularibus, imbricatis, coriaceis, margine membranaceis, ciliolatis.

Corolla rotata, 0m,03 lata, 5-loba, lobis orbicularibus, integris vel emarginatis, subpatulis, glaberrimis; tubus calyce inclusus, extrorsum glaber, introrsum subvernicosus, papillosus pilisque raris arachnoideis inspersus.

Appendices corollæ 5, parvæ, ligulatæ, subacuminatæ, patulæ, sinubus oppositæ, virides.

Stamina lobis corollinis opposita, limbo breviora; filamenta libera, complanata, rigida, erecta, contigua vel patula, glaberrima; antheræ infra dorso medio affixæ, extrorsæ, subquadratæ, connectivo obtuso, truncato, farinoso terminatæ, farina e cellulis fibrosis composita.

Discus hypogynus 0.

Ovarium lageniforme, in stylum cylindraceum attenuatum, glabrum, viride, stigmate discoideo, subdepresso, papilloso, mellifluo, uniloculare, placentario vertice acuminato, multiovulato. Ovulis subspiraliter dispositis, subglobosis.

Fructus...

Sponte crescit in Mexico, circa Tabasco in umbrosis, unde ad nos allata a Cl. Linden, et culta in caldariis Musei parisiensis, ubi maio julioque floret.

Les serres du Muséum renferment en outre plusieurs Théophrastées que je crois nouvelles ou mal nommées par les horticulteurs. Je signalerai en premier lieu un vrai *Theophrasta*, cultivé depuis longtemps sous le nom de *T. Jussiæi*, quoique ses petites fleurs brunes, suburcéolées, dussent l'éloigner des plantes figurées par Lindley et par sir William Hooker.

On peut distinguer actuellement trois espèces de ce genre remarquable; ce sont les :

Theophrasta Jussiæi Lindl.
T. densiflora †.
T. fusca †.

Je ferai observer d'abord que Lindley doit être considéré comme le créateur du genre *Theophrasta*, puisque en effet Linné et de Jussieu n'ont eu en vue que la plante décrite et figurée par Plumier sous le nom d'*Eresia* (= *Clavija*).

Quant à la figure d'ensemble du *Theophrasta Jussiæi*, publiée par Lindley, elle ne laisse rien à désirer; elle est pour ainsi dire calquée sur les échantillons recueillis à Saint-Domingue par Poiteau, et conservés dans l'herbier du Muséum et de Jussieu; mais je n'en dirai pas autant des analyses florales. Desfontaines (1), dans son excellent mémoire sur le *Clavija lancifolia*, et Alph. De Candolle (2), y ont déjà signalé plusieurs inexactitudes. J'ajouterai, de mon côté, que les figures 2 et 3 qui représentent la couronne staminale comme formée de cinq lobes sont inexactes. Cette couronne forme au contraire un anneau indivis, ainsi que je m'en suis assuré d'après les exemplaires recueillis par Poiteau; je suppose même que cette erreur de

---

(1) *Nouv. Ann Mus.*, t. I, p. 398.

(2) *Ann. sc. nat.*, 2^e sér., t. II et XVI.

Lindley aura conduit sir William Hooker à réunir sa plante au *Theophrasta Jussiæi*, dont elle diffère notablement, ainsi qu'on en pourra juger en comparant leurs diagnoses.

THEOPHRASTA Lindl. (non Linn. nec Juss.)

Flores hermaphroditi. *Calyx* 5-partitus, segmentis ovatis, obtusis, erectis, imbricatis, marginibus ciliatis v. eroso-denticulatis, membranaceis. *Corolla* cylindracea v. urceolato-campanulata, apice 5-loba, lobis rotundatis imbricatis, patentibus; *Corona* corollina crassiuscula, ad corollæ basin adnata, annularis integra vel lobata, lobis obtusis truncato-erectis v. fornicatis inflexis papillosis. *Stamina* 5, ima basi corollæ affixa, parva, filamentis subulato-compressis in annulum glaberrimum quasi monadelphum coalitis; *antheræ* hastato-oblongæ, extrorsum dehiscentes, connectivo ultra loculos in appendicem acutam v. subulatam v. ligulatam producto. *Ovarium* ovoideum, in stylum brevem attenuatum, stigmate capitato. *Ovula* numerosissima, placentæ apice acuminatæ in seriebus obliquis inserta, micropyle infero. *Fructus* (ex Bentham et Hooker) « globosus, maliformis, carnosus, endocarpio crustaceo, polyspermus. *Semina* cuneato-ovoidea, circa placentam stipitatam conferta, in reliquiis mucilaginosis placentæ immersa, micropyle laterali, testa tenuissima, albumine corneo. Embryo excentricus, cotyledonibus ovatis, radicula cylindracea. »

Frutices glabri, caule robusto subsimplici inermi v. squamis spinulosis sparso. Folia sessilia, terminalia, conferta, patentia, sessilia v. brevissime petiolata, lineari-oblonga, spinoso-dentata, reticulatim nervosa, in sicco et sub lente tenuissime rugulosa. Flores in racemos multifloros dispositi, pedicellati, pedicellis gracilibus, ad medium v. basi bracteolatis.

1. Theophrasta Jussiæi Lindl.

T. trunco inermi; foliis sessilibus, lineari-spathulatis, 0m,45 longis, 0m,07 latis, obtusis, grosse spinoso-dentatis, dentibus apice nigris, nervo medio valido, secundariis ad marginem arcuatim confluentibus; inflorescentia racemosa, racemis axillaribus laxifloris; floribus longiuscule pedicellatis, pedicellis gracilibus, bracteolatis; calycinis fol. ovatis, margine eroso-denticulatis; corollis tubuloso-campanulatis, corona corollina annulari integra, carnosula, papillosa; antheris connectivo subulato apiculatis, coronam æquantibus.

Hab. — Sancto-Domingo (*Poiteau*, herb. Mus. et Jussieu).

Theophrasta Jussiæi Lindl., Coll. tab. 26 (1821).

THEOPHRASTA DENSIFLORA †.

T. « trunco spinoso, cortice castaneo-fusco; foliis sessilibus lineari-oblongis, 0m,35-40 longis, 0m,05-06 latis, grosse spinoso-dentatis, venis secundariis creberrimis subpellucidis, utrinque punctis rotundis minutis centro quasi foratis; inflorescentia terminali corymbiformi, compacta, ramulis 5-6-floris; floribus breviter pedicellatis, campanulatis, albidis; calycinis foliolis ovatis subciliatis, corollæ tubum æquantibus; corona corollina 5-loba, lobis carnosulis subfornicatis, medio apiculatis, verrucoso-papillosis; antheris ligula plana subintegra terminatis. »

Hab. — Sancto-Domingo.

Theophrasta Jussiæi Hook., *Bot. Mag.*, 4239 (1846) (non Lindl.).

T. Henrici G. Hamilt., *Prodr. Fl. ind. occid.*, p. 27 (1825).

T. americana Sw., *Obs.*, p. 59 (non Lin. nec Juss.).

OBS. — Je crois devoir réunir au *T. densiflora* les plantes décrites par Swartz et par Hamilton, et dont la tige de couleur ferrugineuse, parsemée d'épines, se termine par un corymbe compacte de fleurs chez lesquelles le tube calycinal égale celui de la corolle, « *tubus longitudine calycis campanulatus* » caractères fort différents, comme on le voit, de ceux que nous offre le *T. Jussiæi* figuré par Lindley. Je réunirais encore au *T. densiflora* la plante figurée par de Vriese (1), à cause seulement de sa tige épineuse, car pour le reste la plante est méconnaissable.

---

(1) *Hortus Spaarnberg*, p. 73, tab. 2.

THEOPHRASTA FUSCA †.

T. trunco simplici inermi, cortice cinereo, apice folioso; foliis sessilibus, linearibus v. lineari-spathulatis, 0m,45 v. 0m,50 longis, 0m,05 ad 0m,07 latis, obtusis, subintegris v. repando-denticulatis v. valde spinosis, nervo medio valido basi fusco-rubente, secundariis ad marginem confluentibus; inflorescentia paniculata v. racemosa, racemis angulatis brevibus densifloris; floribus pedicellatis, pedicellis gracilibus albidis bracteolatis; calycinis foliolis orbicularibus, ciliolatis; corollis urceolato-campanulatis, luridis; corona corollina 5-loba, lobis subtruncatis v. rotundato-curvatis subpapillosis; antheris connectivo ovato obtusiusculo apiculatis, coronam parum superantibus.

Truncus inermis, metralis, robustus, simplex, annulatim foliis delapsis cicatrisatus, cortice fusco rimoso. Folia 0m,60 longa, annosa reflexa, annotina erecta, fasciculata, nervo medio inferne fusco-rubente, subintegra v. valde dentata. Inflorescentia racemosa, racemis caulinis brevibus, densifloris. Flores tetrameri ad inflorescentiæ basin, alii pentameri, omnes vix centim. longi, tubo ventricoso rubente, lobis luridis.

Hab. —... Cult. in caldariis Hort. Par.

Theophrasta Jussiæi Hort. (non Lindl. nec Hook.).

Les caractères du genre *Clavija* ayant été très-exactement tracés par Lindley et par Desfontaines, je me contenterai de donner les diagnoses spécifiques de deux espèces nouvelles cultivées dans les serres du Muséum (1).

---

(1) M. Bentham (*Genera*, t. II, p. 649) vient de réunir avec raison le *Theophrasta imperialis* Hort. (Regel, *Gartenfl.*, 1864, p. 323, t. 453) au genre *Chrysophyllum*. Voici ce que m'écrivait à ce sujet, de Rio-Janeiro, M. Glaziou, à la date du 15 juin 1875, et qui confirme la détermination de M. Bentham : « ...... Vous trouverez, sous le nº 7745 de mon herbier, le *Theophrasta imperialis* représenté par les meilleurs matériaux qu'il m'a été possible de recueillir à votre intention. Une branche prise sur un vieux sujet vous montrera des feuilles sur lesquelles la dentition a pour ainsi dire disparu ; elle disparaît même tout à fait sur les individus très-âgés et dont la cime est rabougrie ; la pubescence dorée, propre à presque tous les *Chrysophyllum* du Brésil, y paraît alors avec beaucoup de densité. »

CLAVIJA GRANDIS †.

C. dioica? foliis maximis, arcuatis, obovato-spathulatís, subsessilibus obtusis, integris v. sinuato-repandis, nervis secundariis gracilibus integris furcatisve, aliis tenuiter reticulatis; petiolo crasso, atroviolaceo; floribus racemosis cinnabarinis; racemis brevibus, erectis, hinc inde ad caulis apicem inspersis v. foliorum congerie collectis densifloris; fol. calycinis orbicularibus glabriusculis; corona corollina 5-loba, lobis carnosis, ovatis, depressis, discretis; staminibus coronam æquantibus; antheris crassis vertice truncatis, loculis basi subdivaricatis, acutiusculis; ovariis ovatis viridibus; pedicello, fecundatione peracta, piriformi cinnabarino; stylo brevissimo, stigmate discoideo v. cyathiformi.

Truncus simplex frondosus, metralis et ultra, 0^m,10 in diametro, cortice fusco rugoso, foliis delapsis cicatricibus reniformibus notato. Folia maxima, arcuata 1^m,30 ad 1^m,50 longa, 0^m,25 lata, obovato-spathulata, integra, coriacea, subsessilia; petiolo crasso 3 centim. lato, atro-violaceo. Racemi floriferi numerosi, parvi, densiflori.

Hab. —... — Cult. in cald. Mus.

Theophrasta macrophylla Hort. (non *T. macrophylla* Link, nec Mart. et Miq., *Fl. Brasil.*, fasc. XVI, p. 275, tab. 24, sub *Clavija*).

CLAVIJA CLAVATA †.

C. foliis maximis lanceolatis obtusis v. obsolete acuminatis, integris, pergamaceis, longe petiolatis, petiolo canaliculato; floribus e foliorum congerie racemosis, racemis arcuatis, pedunculo angulato, laxifloris; floribus subsecundis, ima basi bracteolulatis, pedicellis a basi ad apicem tumidis clavatis viridibus; foliolis calycinis orbicularibus, margine membranaceis, glabris, herbaceis; floribus olivaceis; corolla rotata; corona corollina annulata, carnosula, integra-plicata; staminibus coronam parum superantibus, antheris connectivo ovato crassiusculo apiculatis.

Folia, adjecto petiolo, 0^m,55 ad 0^m,60 longa, 0^m,20 lata;

venis secundariis utrinque vix prominulis, rugis tenuissimis horizontalibus interjectis, petioli 0^{m},20 ad 0^{m},25 longa, canaliculati.

Habit....

Theophrasta nobilis, Linden *Cat.*

T. regalis Hort.

Avant de terminer, j'ajouterai quelques mots au sujet de la nervation des feuilles des *Clavija*. On sait que la disposition des nervures est assez uniforme dans les genres naturels ; mais chez les *Clavija*, bien que très-homogènes cependant, les nervures diffèrent pour ainsi dire d'une espèce à l'autre, à ce point qu'il est facile de les reconnaître en l'absence de fleurs. La nervure principale, en général fort épaisse, donne naissance à des nervures secondaires qui s'anastomosent en arcades sur le bord du limbe, tout en dessinant sur leur parcours un réseau spécial des plus fins et des plus élégants, auquel viennent souvent se joindre d'innombrables petites rides horizontales formées de fibres libériennes indépendantes de la réticulation : ces fibrilles sont très-apparentes sur les feuilles des *Clavija pungens*, *latifolia*, *Hookeri*, *Rodekiana*, etc., tandis qu'elles manquent ou ne sont point visibles sur d'autres espèces.

Enfin, chez certaines Théophrastées, le bourgeon terminal se compose de petites feuilles très-rapprochées, ordinairement réduites à leurs nervures moyenne et spinescentes. La persistance de ces folioles, ainsi que leur écartement plus ou moins grand par l'effet de la croissance du rameau foliifère, qu'elles protégent d'abord, explique très-bien, soit leur disposition spiralée sur la tige, soit leur rapprochement en faux verticilles à la naissance de chacune des nouvelles pousses.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 12.

A. Rameau du *Deherainia* de grandeur naturelle ; toutes les autres figures sont grossies. — 1, foliole calycinale ; 2, corolle ; 3, languette de la corolle ; 4, étamine vue de face et terminée par un appendice farineux ; 5, étamine vue de dos ; 6, cellules réticulées constituant la substance farineuse ; 7, faisceaux d'étamines ; 8, pistil ; 9, placentaire chargé d'ovules.

LE
BALBIANIA INVESTIENS

ÉTUDE ORGANOGÉNIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

Par M. S. SIRODOT.

I

Sous le nom de *Batrachospermum rubrum*, Hassall (1) décrit une forme exceptionnelle qui lui paraît aussi curieuse que distincte dans le genre. Il n'en a vu qu'un seul spécimen, — il le tenait d'Harvey, — mais il l'a cru « amplement suffisant pour mériter une distinction spécifique », et il ajoute :

« Le *Batrachospermum rubrum*, eu égard à sa ramification, » pourrait être confondu avec le *Thorea ramosissima:* sa couleur, d'un rouge brillant, ses ramilles étalées sont absolument » semblables à celles du *Thorea ramosissima*, et, si ce n'étaient les » verticilles de la tige principale, il faudrait rapporter la plante au » genre *Thorea*, erreur que ne détruit pas un premier examen » microscopique. Un verticille soumis au microscope se trouve » composé en partie de filaments en chapelets, en partie d'autres » beaucoup plus minces, cylindriques, qui paraissent être l'origine des premiers, les uns et les autres intimement entremêlés. » Si l'examen se continue sur une ramille dont les verticilles sont » tombés, on trouve alors des filaments excessivement ténus, » accidentellement rameux, présentant çà et là une simple cellule piriforme qui leur est adhérente (fig. 3). On doit considérer cette cellule soit comme le commencement des filaments » en chapelets, soit comme une capsule; la première opinion est » la plus probable. »

---

(1) *A History of the British freshwater Algæ*, p. 113, pl. xv, fig. 2 et 3.

Le ramuscule représenté dans la figure 3, avec une cellule piriforme, ne peut laisser de doute sur la nature des filaments excessivement ténus entremêlés avec les filaments moniliformes de la ramification des verticilles du Batrachosperme ; ils appartiennent à la plante qui fait l'objet de ce travail. Dans sa forme de printemps et d'été, elle se fixe exclusivement dans la ramification verticillée des Batrachospermes, et, suivant qu'elle s'y trouve plus ou moins abondante, les verticilles disparaissent ou restent distincts. Lorsqu'elle s'est multipliée au point de masquer la forme du support, l'aspect du Batrachosperme n'est pas sans analogie avec celui du *Thorea:* mais ce n'est qu'une analogie ; s'il y avait illusion, elle ne résisterait pas à un examen sommaire fait à la loupe. Si entremêlés que soient les ramuscules des deux plantes, ils sont si différents par la forme, la couleur, la longueur des éléments cellulaires qui les constituent, ils ont entre eux si peu d'adhérence, que je m'explique difficilement comment Hassall, aidé du microscope, a pu les considérer comme appartenant à une plante unique. Quant aux cellules piriformes, ce sont des organes de multiplication, des *sporules*.

Le *Batrachospermum rubrum* (Hassall) n'est qu'une erreur d'observation à laquelle s'expose tout botaniste descripteur qui, à l'exemple de l'auteur anglais, croit pouvoir fonder une espèce sur l'examen d'un échantillon unique. L'espèce a été acceptée, elle est décrite dans le *Species Algarum* (édition de 1849) ; il convient toutefois de faire remarquer que la description de M. Kützing est la traduction littérale de celle donnée par Hassall, et qu'alors l'introduction de l'espèce dans le *Species Algarum* peut n'être qu'un hommage rendu à son auteur.

L'herbier Degland, acquis par la Faculté des sciences de Rennes, contient un spécimen de Batrachosperme avec les indications suivantes : « *Batrachospermum moniliforme* var. *purpurascens* Agardh. Vire. » Par qui ce spécimen a-t-il été récolté ? A qui faut-il en attribuer la détermination ? — La préparation n'est pas accompagnée de ces renseignements. C'est regrettable à un double point de vue : d'abord parce que cette variété *purpurascens* reproduit le *B. rubrum* d'Hassall à un état où l'aspect du Batrachosperme n'est encore que peu modifié par la plante qui l'envahit; ensuite parce que cette localité de Vire (Manche) a été bien étudiée par Lenormand, dont les observations compléteront la partie historique de ce travail.

A Lenormand revient le mérite d'avoir reconnu que la couleur d'un rouge vif ou pourpré, considérée comme caractéristique de certaine forme de Batrachosperme, était une couleur d'emprunt; que cette coloration rouge appartenait exclusivement à une autre Algue dont la ramification était enchevêtrée dans les ramuscules fasciculés des verticilles. Cette distinction faite, il en résultait un type nouveau dont il convenait de chercher la place dans le cadre des classifications adoptées. Lenormand en a fait un *Chantransia* qu'il a très-heureusement spécifié par l'expression d'*investiens;* la plante, en effet, envahit progressivement le Batrachosperme et finit par le couvrir tout entier.

Le *Chantransia investiens* figure dans le *Species Algarum;* mais la dénomination générique s'y trouve accompagnée d'un point de doute. Sa description sommaire me paraît être de M. Kützing, d'après des échantillons desséchés adressés par le naturaliste français dans sa correspondance. Une description de la plante fraîche en eut fait ressortir les organes les plus apparents : en avril et mai, les cellules piriformes constituant des rameaux unicellulaires; en juin et juillet, les fructifications si différentes des ramuscules sporulifères des *Chantransia*. J'en trouve une autre raison dans l'indication de la station : — « *In Batrachospermo moniliformi, var. roseo-coccineo parasitica, prope Vire.* » — Je dois à l'obligeance de M. Lejolis, président de la Société des sciences naturelles de Cherbourg, une bonne préparation de Lenormand provenant de cette même localité de Vire : le Batrachosperme moniliforme n'est ni rose ni pourpre; mais, aussitôt que le *Chantransia* a cessé de vivre, il se décolore, la matière colorante se fixe sur le papier et sur le Batrachosperme.

Cette décoloration de la plante venant s'ajouter à la grande fragilité d'une ramification dont l'étude exige l'emploi d'un fort grossissement, il était impossible d'en donner une caractéristique exacte d'après des échantillons revenus dans l'eau, après avoir été desséchés. M. Kützing n'a donc pu vérifier si le type nouveau qui lui était adressé par Lenormand sous le nom de *Chantransia investiens*, présentait réellement les caractères des *Chantransia* tels qu'ils sont définis dans le *Species Algarum*. Pour arrêter son opinion, il ne lui restait que les notes de son correspondant français; il ne les a pas jugées suffisantes et n'a accepté le nouveau type qu'avec réserve.

Le *Chantransia investiens* se trouve, dans le département d'Ille-et-Vilaine, dans deux localités très-éloignées l'une de l'autre, où il a été rencontré en 1872 par M. Jules Gallée et moi. Cette année même, il a été suivi pendant toute la durée de sa végétation la plus apparente, jusqu'à l'émission de spores issues de fécondation. La surprenante rapidité avec laquelle se multiplie cette petite Floridée d'eau douce, en s'imposant à l'attention, devait rapidement conduire à l'observation d'un fait organogénique qui l'éloigne considérablement des *Chantransia*. Comme ces derniers, elle se multiplie par des organismes unicellulaires à la production desquels la fécondation est restée étrangère, par des *sporules;* mais tandis que, chez les *Chantransia*, la germination des sporules produit un prothalle d'où s'élève plus tard la végétation caulinaire, ici il n'y a plus de prothalle: la sporule fait partie intégrante de la végétation caulinaire, dont elle est le point de départ immédiat. Ici la multiplication par sporules est suivie de près de la reproduction sexuelle, tandis que les *Chantransia*, toujours *asexués*, ne représentent qu'une première forme d'Algues appartenant à des groupes fort différents, tels que les *Lemanea* et les *Batrachospermum*.

Il y a donc lieu de créer un genre nouveau. J'ai prié M. Balbiani, professeur au Collége de France, de vouloir bien en accepter la dédicace; il prendra le nom de *Balbiania*. Quant à la dénomination spécifique, l'expression adoptée par Lenormand est si caractéristique, que je n'ai pas dû songer à la remplacer. Au *Chantransia investiens* succède le *Balbiania investiens*.

II

Les deux localités du département d'Ille-et-Vilaine dans lesquelles le *Balbiania investiens* a été observé pour la première fois en 1872, sont : le ruisseau de Paimpont, au-dessous de la chaussée de l'étang, dans le canal d'écoulement des eaux qui font tourner le moulin; le ruisseau de Corbières, un peu au-dessus du gué situé en aval du moulin et de l'étang de même nom. Le ruisseau de Corbières traverse une région très-notablement tourbeuse; celui de Paimpont sort d'un étang collecteur de ruisselets qui prennent naissance dans une région analogue.

Dans la localité de Paimpont, le ruisseau coule à fleur du sol, en pleine lumière; dans celle de Corbières, il est plus encaissé et en partie ombragé par des buissons : la première est de beaucoup plus riche que la seconde, et ce n'est qu'à Paimpont qu'on peut trouver le Batrachosperme complétement envahi par le *Balbiania*. Ces deux localités sont extrêmement limitées; l'Algue, très-abondante en 1872 et 1875, s'est fait chercher en 1873 et 1874.

Ces alternatives de grande rareté après l'abondance sont un redoutable écueil pour les recherches physiologiques dans les stations naturelles. La plus grande partie de ce travail aurait pu être publiée en 1872; mais lorsque j'eus reconnu les formes qui se succèdent chez les *Lemanea* et les Batrachospermes, je devais m'assurer de l'existence ou de l'absence du dimorphisme chez le *Balbiania*.

Le succès s'est fait attendre; les recherches exécutées en 1873 et 1874 ne rappellent que de stériles efforts : la plante était trop rare pour permettre de suivre la dissémination des oospores, d'observer leur germination et les caractères du tissu qui peut en résulter; mais enfin la solution du problème, préparée en juillet 1875, s'est dégagée avec une grande netteté à la fin de mars 1876.

Chez le *Balbiania investiens*, la végétation apparente, signalée dans deux publications étrangères et les *exsiccata* de l'herbier Degland sous des dénominations aussi singulières que diverses, représente une *forme sexuée* complétement indépendante d'un prothalle issu de la germination des oospores, essentiellement différente de ce prothalle, au point de vue morphologique. Le prothalle doit être considéré comme une première *forme asexuée;* il se caractérise, comme tel, par l'émission de sporules qui, après s'être fixées, deviennent l'origine de la seconde forme sexuée. Les algologues trouveront donc dans cette miniature un nouveau mode de dimorphisme dont la comparaison avec les deux modes déjà décrits chez les *Lemanea* et les Batrachospermes fera ressortir les remarquables variations par lesquelles le phénomène se différencie d'un groupe à un autre.

Je décrirai tout d'abord la forme sexuée, la seule accessible à l'observation sans imposer de patientes recherches, la seule, d'ailleurs, qui puisse faire connaître la présence du *Balbiania.*

III

FORME SEXUÉE.

Sous cette seconde forme, le *Balbiania* est une toute petite Algue rouge dont les plus grandes dimensions n'atteignent jamais la longueur d'un millimètre. On ne le trouve fixé que sur les Batrachospermes. Cette station exclusive se fait plus particulièrement remarquer en juin, lorsque les Conferves, les *Stigeoclonium* surtout, disputent aux Batrachospermes la possession du lit des ruisseaux. L'espèce du Batrachosperme est indifférente; il s'en trouve deux dans chacune des deux localités : à Paimpont, le *B. helminthosum* (Sirdt) et une variété du *B. moniliforme;* à Corbières, le même *B. helminthosum* et le *B. helminthoideum* (Sirdt) : en tout, trois espèces sur lesquelles se fixe également le *Balbiania.* Il m'a semblé toutefois que la multiplication se montrait plus rapide sur le *B. helminthosum;* on en trouverait l'explication dans cette circonstance qu'étant plus muqueux, il retiendrait plus facilement les sporules.

Le *Balbiania* commence à se montrer sous sa seconde forme à la fin de mars ou dans les premiers jours d'avril. Il n'est pas alors visible à l'œil nu ; pour constater sa présence, il est nécessaire de mettre en suspension dans l'eau le Batrachosperme et d'en examiner la surface à la loupe : on reconnaît alors de très-légers pinceaux rouges (fig. 4 et 5) flottant à la surface des verticilles. La durée de cette végétation est d'environ trois mois et demi ; au 15 juillet elle a disparu un peu avant le Batrachosperme, ou, s'il en reste des traces, elle est tellement altérée, qu'elle est devenue méconnaissable.

Les petits pinceaux rouges, d'abord très-rares, se multiplient, s'intercalent, se rapprochent, et finalement constituent un revêtement pourpré presque continu. D'un rameau ils s'étendent sur un autre, en occupent plusieurs à la fois ; il ne s'est pas écoulé un mois depuis leur première apparition, que le Batrachosperme est devenu le support d'une colonie presque innombrable de *Balbiania*. Aussi longtemps que la plante reste disséminée, les verticilles du Batrachosperme sont distincts ; devient-elle plus abondante et plus serrée, ils s'effacent et disparaissent progressivement ; mais ils ne tombent pas, comme le supposait Hassall.

Pour prendre une première connaissance de l'organisation générale du *Balbiania*, il faut se garder de chercher l'échantillon à préparer sur les rameaux qui se font le plus remarquer par la vivacité de la couleur rouge ; il convient d'examiner à la loupe les régions où les verticilles sont restés distincts, pour faire le choix d'un ramuscule sur lequel les petits pinceaux rouges seront isolés : plus on se rapprochera du sommet du ramuscule, plus se multiplieront les conditions favorables pour arriver à une heureuse préparation. Ce choix fait, on coupe le ramuscule pour le transporter sur le porte-objet d'une forte loupe ; on détache avec un scalpel fin les verticilles sur lesquels les petits pinceaux sont à la fois bien distincts et bien circonscrits, et on les conserve seuls pour les étaler, à l'aide de fines aiguilles, sur la lame de verre dans une goutte d'eau. Les verticilles une fois bien étalés, on s'applique à redresser et à écarter les filaments extrêmement ténus qui flottent sur quelques points de la circonférence. L'opération est délicate, parce que ces filaments sont extrêmement fragiles et que le moindre mouvement de l'eau les déplace. Si la loupe dont on a fait usage pour cette préparation donne un grossissement de 15 à 20 diamètres, on aura reconnu, sur les filaments à peine distincts, à peine colorés, des points beaucoup plus apparents, colorés en rouge vif.

Avant d'étudier au microscope cette préparation, il est indispensable de la recouvrir d'une lame mince ; cette lame doit être placée avec assez de soin pour qu'on n'ait pas à y retoucher, les filaments se rassembleraient en un pinceau serré ; s'il y avait excès d'eau, on l'enlèverait avec tous les ménagements possibles. Le grossissement à employer est d'environ 400 diamètres.

En dehors du verticille, se trouvent rassemblés en faisceau des filaments cylindriques, articulés, légèrement renflés au-dessous des articulations, de $0^{mm},003$ à $0^{mm},005$ de diamètre, composés d'un seul rang de cellules dix à quinze fois plus longues que larges, rameux ; les rameaux et ramuscules de deux sortes, les uns courts, unicellulaires, renflés à l'extrémité libre, piriformes, les autres semblables à l'axe principal, avec un diamètre un peu moindre, d'abord alternes, dressés, presque apprimés. Sur des échantillons observés en avril, ou plus tard sur des échantillons encore jeunes, toutes les extrémités libres de la ramification se terminent par une longue cellule piliforme dont le diamètre est sensiblement égal à celui des cellules sous-jacentes.

En dedans du verticille, entremêlés avec les ramuscules du Batrachosperme et le plus souvent étroitement appliqués contre eux, les filaments articulés présentent un tout autre caractère : ils sont irréguliers, tortueux, ramifiés avec tous les rameaux articulés, souvent opposés, divergents, formant le plus souvent un angle droit ou presque droit avec l'axe qui les émet. Tous les rameaux se dirigent vers la périphérie du verticille, et, lorsqu'ils l'ont atteinte, deviennent identiques avec la ramification externe précédemment décrite.

Les relations des filaments internes et externes, très-nettes sur certains points, le sont si peu sur d'autres, qu'il serait impossible de circonscrire par le dessin ce qui appartient à un individu unique, tant qu'on n'aura pas remarqué une cellule (fig. 1, C.), caractérisée par sa forme exceptionnelle, qui se trouve le point de départ de toute la végétation. Il est indispensable de remonter jusqu'aux premiers phénomènes du développement, pour comprendre la distribution de la ramification représentée par un dessin d'ensemble.

Les ramuscules unicellulaires, piriformes (fig. 1, 3, 9, *s*, *s*, *s*...), plus particulièrement distincts en raison de l'intensité de leur coloration et de leur diamètre, sont des organes de multiplication; leur longueur varie de $0^{mm},015$ à $0^{mm},018$, leur plus grand diamètre de $0^{mm},007$ à $0^{mm},009$. Parvenus à tout leur développement, la cellule se rompt au sommet, le contenu s'en échappe (fig. 9, *s*,), devient libre; c'est une *sporule* reproduisant la plante sans fécondation. L'enveloppe cellulaire du ramuscule *sporuligène* persiste, reste adhérente sous la forme de cornets transparents (fig. 1, 9, 11, *s'*, *s' s'*...).

Ces sporules sont tellement nombreuses, qu'on les retrouve sans grande difficulté, à la surface du Batrachosperme, sur les verticilles voisins de ceux où l'Algue rouge est le plus apparente; toutefois la netteté de l'observation exige que les rameaux du verticille soient détachés à leur base. Alors, sous une faible compression, tous les ramuscules deviennent divergents et les rapports de la sporule avec le Batrachosperme peuvent être facilement reproduits par le dessin à la chambre claire (fig. 6, 7, 8). Les sporules observées au contact, ou très-près des sommités des ramuscules du Batrachosperme, ont conservé la forme et le volume des ramuscules sporuligènes; la forme ovoïde s'est peut-être accentuée par l'arrondissement de la grosse extrémité : elles ressemblent à un œuf dont le grand axe s'oriente dans la direction du rayon du verticille, avec la pointe dirigée du côté du centre.

La germination ne se fait pas attendre et commence toujours rigoureusement de la même manière : c'est à l'extrémité atténuée, dirigée du côté du centre, qu'apparaît en premier lieu un prolongement tubuleux (fig. 7, *s*, *b*), origine d'un axe descendant destiné à fixer la plante dans des conditions toutes spéciales. Si la sporule se trouve adhérente (fig. 7 et 8, *s*) à l'extrémité d'un ramuscule du Batrachosperme, l'axe descendant contourne le ramuscule sans lui être toujours étroitement appliqué; si, au contraire, elle se trouve à une petite distance, retenue dans le mucus (fig. 6, *s'*, *b*, *c*, *d*), cet axe se dirige en droite ligne vers le ramuscule placé dans la direction du rayon du verticille et le contourne de la même manière.

L'axe descendant a déjà deux longues cellules (fig. 6, *s'*, *b*, *c*; fig. 8, *s*, *b*, *c*) constituées, lorsqu'au sommet de la sporule, c'est-à-dire à sa grosse extrémité, commence à se montrer l'origine d'un premier axe ascendant. En même temps que l'axe descendant se prolonge vers le centre du verticille, il naît de ses premières cellules une ramification divergente dont tous les éléments se dirigent immédiatement vers la surface du verticille pour prendre les caractères des axes ascendants. C'est donc par un véritable enchevêtrement de cette ramification primitivement descendante avec celle du Batrachosperme que le *Balbiania* s'est fixé. L'axe ascendant s'élève en ligne droite; il compte quatre ou cinq cellules longuement cylindriques, au moment où apparaissent au-dessous des articulations les premiers rudiments d'une ramification dressée.

Je puis maintenant aborder la description du *Balbiania* dans son état le plus complet, tel qu'il se présente en juin, époque où l'on peut observer sur le même échantillon les organes de multiplication, les sporules, les organes de la fécondation et les fructifications en voie de développement. Tout cet ensemble se trouve représenté par la figure 1, dessinée dans tous ses détails à la chambre claire, à un grossissement de 400 diamètres. Il reproduit un échantillon de grandeur moyenne, dont la préparation très-heureuse a été singulièrement facilitée par sa situation : il était fixé sur une fructification presque superficielle du Batrachosperme, et par conséquent fort peu engagé dans la ramification du verticille. Comme conséquence de cette situation, la ramification divergente, divariquée, directement émanée de l'axe descendant, n'offre qu'un faible développement et ne donnera qu'une idée incomplète de l'enchevètrement normal dans l'épaisseur du verticille; mais c'est le seul échantillon complet que je suis parvenu à isoler.

Dans cette figure 1 : La cellule piriforme C est la cellule primitive, origine de toute la ramification, la sporule persistant comme partie intégrante de cette ramification. — L'axe descendant est représenté par les cellules *b*, *d*, *e*; son incurvation accidentelle résulte de ce qu'il a contourné une fructification du Batrachosperme. — En g, g^1, g^2, g^3, se trouvent les bases d'une ramification divergente, émise par l'axe descendant; l'irrégularité des premières cellules de ces rameaux est peu sensible parce que l'axe descendant est resté superficiel; s'il eût pénétré plus profondément, la partie basilaire de sa ramification eût présenté l'aspect radiciforme caractéristique des ramuscules r, r^1, r^2, r^3, r^4 ultérieurement apparus. — Du sommet arrondi de la sporule C sont successivement sortis, par bourgeonnement, quatre axes ascendants *m*, *n*, *p*, *q*.

La ramification de ces axes primaires ascendants est assez complexe. Aux articulations, le sommet légèrement renflé de la cellule inférieure est très-fréquemment le point d'insertion de trois ordres de rameaux : 1° des axes secondaires reproduisant les détails d'organisation des axes primaires; 2° des ramuscules unicellulaires sporuligènes (*s*, *s*, *s*, *s*) déjà décrits; 3° enfin, des ramuscules unicellulaires fusiformes, longuement atténués en poils (*f*, *f*, *f*, *f*), qui sont des organes de fécondation, des organes femelles. Ces trois ordres de rameaux n'apparaissent que successivement : en premier lieu, un axe secondaire ou un ramuscule sporuligène; puis s'ajoute au premier un ramuscule sporuligène, au second un axe secondaire : ce n'est que beaucoup plus tard qu'apparaissent les organes femelles. Chacun de ces rameaux, de nature diverse, peut être représenté, à une articulation, par l'unité ou par le nombre deux; dans ce dernier cas les deux rameaux de même ordre ne sont pas simultanés, ils sont apparus l'un après l'autre. Les sommités des axes de divers ordres sont d'abord occupés par une longue cellule dont le diamètre est sensiblement le même que celui des éléments cellulaires inférieurs ; mais plus tard ces sommités, pour la plupart élargies en plateau, seront couronnées par les anthéridies (*a*, *a*, *a*). Sur la plante parvenue à son complet développement, il n'y a plus que les sommités des ramuscules supérieurs (fig. 3) qui soient restées stériles.

Qu'on passe maintenant à l'examen de la ramification des axes secondaires g, g^1, g^2, g^3, nés sur l'axe primaire descendant, on la trouvera identique avec celle des axes primaires ascendants. De plus, lorsque les ramuscules radiciformes r, r^1, r^2, r^3, r^4, seront émergés de verticilles du Batrachosperme, leur prolongement offrira encore une ramification identique. Cette identité de toutes les parties de la ramification du *Balbiania* mérite d'être remarquée dès maintenant ; elle sera plus frappante encore quand j'aurai montré (fig. 2 et 16 *f*) les organes femelles et les fructifications se développant sur la cellule primitive C.

L'état de juin, que je viens de décrire, est suivi d'un autre qui annonce la fin de la période de végétation de la forme sexuée ; on le rencontre, au commencement de juillet, caractérisé (fig. 2) par ses dimensions exiguës, la ramification peu serrée et l'absence des ramuscules sporuligènes.

ORGANES DE LA FÉCONDATION. — La comparaison d'échantillons récoltés à deux mois d'intervalle fait immédiatement reconnaître, aux sommités, deux modes de terminaison fort différents : en avril, la dernière cellule ne se distingue des inférieures que par sa plus grande longueur et par sa coloration à peine sensible ; en juin, elle s'est renflée à l'extrémité libre pour former une sorte de réceptacle sur lequel se développent de petites cellules courtes, opalines, en nombre variable. Tous les axes de la ramification (fig. 1) ne sont pas ainsi terminés, mais c'est le plus grand nombre ; les autres sont conformes au premier mode. A une époque intermédiaire, dans le courant de mai, les deux modes de terminaison se trouvent souvent en nombre à peu près égal (fig. 3), mais non pas irrégulièrement distribués ; le second ne s'observe que sur les axes primaires et les axes secondaires issus des articulations inférieures. D'une manière générale, au commencement de la période de végétation, le premier mode est exclusif; mais peu à peu il est remplacé par le second d'abord aux axes primaires, puis aux axes secondaires et tertiaires, dans leur ordre de développement, et enfin devient presque général (fig. 1).

Quelle peut être la fonction des petites cellules couronnant les extrémités élargies en forme de plateau? Si l'on en fait passer un certain nombre dans le champ du microscope, on remarquera que parmi ces petites cellules il en est qui sont réduites à l'état de sacs vides, avec l'ouverture au sommet. Ce nouveau fait s'ajoutant aux caractères physiques, il devient probable que les petites cellules sont des *anthéridies*, que de chacun des sacs vides il est sorti un *pollinide*. Il faut chercher ce pollinide et le trouver fixé; on aura trouvé en même temps l'*organe femelle*. Les organes femelles sont abondamment distribués dans la figure 1. ce sont des ramuscules unicellulaires fusiformes longuement atténués, à l'extrémité libre, en poils d'une finesse extrême.

L'exactitude de la description des organes de la fécondation laisserait à désirer, si elle n'était faite sur des échantillons frais en parfait état. Après avoir reconnu que le transport au laboratoire des pierres sur lesquelles sont fixées les Batrachospermes, en les maintenant toujours immergées, était insuffisant pour se mettre à l'abri des altérations, le laboratoire a été transporté à la station : c'est là qu'ont été dessinées à la chambre claire les figures relatives aux organes sexuels, aux phénomènes de la fécondation et au développement de la fructification.

Anthéridies. — En général, les anthéridies affectent une forme constante non-seulement dans la même espèce, mais encore dans toutes les espèces du genre. Il n'en est pas ainsi chez le *Balbiania;* l'emploi d'un fort grossissement ne peut laisser de doute sur les dispositions représentées figures 10 et 11, *a*, *a* : au centre de l'élargissement terminal en forme de plateau, une cellule exactement sphérique; sur la périphérie, une couronne de cellules exactement cylindriques ou même légèrement réniformes. La cellule centrale m'a paru toujours présente, mais le nombre des cellules périphériques peut varier de 1 à 5; alors le nombre total de ces cellules serait compris entre 2 et 6.

Ces deux sortes de cellules sont-elles également des anthéridies ? La forme sphérique de la plupart des pollinides fixés sur les trichogynes appelait plus particulièrement l'attention sur la cellule centrale; mais la déhiscence de l'enveloppe et l'émission du pollinide furent également constatées chez les cellules périphériques. la figure 11 a été prise au moment de l'émission d'un pollinide *p*, et à côté se trouve un sac vide *b*. Toutefois tous les éléments de la couronne périphérique ne resteront pas toujours absolument identiques; il n'est pas rare de trouver l'une des cellules allongées en ramuscule (fig. 3, *e*).

Au point de vue de leur organisation, ces anthéridies reproduisent les caractères de celles des Floridées d'eau douce (*Lemanea*, *Batrachospermum*); la transparence opaline de leur contenu est à peine troublée par des substances albuminoïdes à l'état floconneux et fait ressortir la présence constante de tout petits globules sphériques transparents dont la nature et la fonction sont encore à déterminer.

Le diamètre des anthéridies sphériques est de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$; les dimensions des anthéridies oblongues, cylindriques ou réniformes, sont : en longueur, $0^{mm},007$ à $0^{mm},008$; en largeur, d'environ $0^{mm},003$.

Organes femelles. — L'organe femelle du *Balbiania* restera probablement comme le type le plus simple qui se puisse observer dans la grande division des Floridées. Il est constitué (fig. 1, 2, 3, *f*, *f*, *f*) par un ramuscule unicellulaire fusiforme, tronqué à l'insertion, longuement atténué en poil à l'extrémité libre, rectiligne ou légèrement incurvé du côté de l'axe qui le produit. Exceptionnellement, il se présente comme la cellule terminale d'un ramuscule composé de deux (fig. 3, R) ou de trois cellules; alors la cellule terminale reproduit exactement le ramuscule unicellulaire.

La distribution de l'organe femelle imprime à toutes les parties de la végétation de la forme sexuée un remarquable caractère de similitude : on le trouve, en effet (fig. 1, *f*, *f*, *f*), tout aussi bien dans la ramification des axes secondaires (g, g,^{1} g^2, g^3) issus de l'axe primitif descendant que dans celle des axes ascendants (*m*, *n*, *p*, *q*) ; on le trouve (fig. 2) sur la cellule primitive (C) représentant la sporule, et même sur le premier élément cellulaire (fig. 2, *b*) constitué au moment de la germination de la sporule (fig. 6, 7, 8, *b*) ; il n'y a qu'une partie de la végétation sur laquelle il fasse défaut : la région enchevêtrée dans la ramification du verticille du Batrachosperme. Cette région peut être extrêmement limitée, lorsque la sporule a germé à la surface d'un Batrachosperme dont le mucus s'est épaissi ; alors il n'y a pas d'axe sur lequel ne se trouve ou ne puisse se trouver l'organe femelle.

A l'état de ramuscule unicellulaire — ce qui est le cas très-général — l'organe femelle est tantôt isolé, tantôt le collatéral d'un ramuscule sporuligène ou d'un rameau proprement dit, ou de l'un et de l'autre; dans ce dernier cas, l'articulation se trouve entourée d'un faisceau de ramuscules affectant trois formes différentes. La cellule fusiforme s'atténue insensiblement à son sommet pour se terminer par un prolongement pileux, cylindrique, dont le diamètre reste inférieur à 0,001 de millimètre. Ce prolongement pileux est un organe de conjugaison, le *trichogyne;* sa longueur, très-variable, paraît proportionnelle au temps écoulé jusqu'au moment de sa rencontre avec le *pollinide*, plus court ou plus long, suivant que ce dernier s'est présenté plus tôt ou plus tard : la longueur *maxima* s'observe sur les cellules femelles restées stériles.

La cavité de la cellule et celle du trichogyne sont en communication directe, sans rétrécissement ni diaphragme. Le trichogyne n'est pas un poil articulé sur une cellule basilaire. Le contenu parfaitement homogène dans le trichogyne se distingue dans le renflement inférieur par l'abondance de matières albuminoïdes floconneuses, par la présence d'un noyau pariétal (fig. 10, *n*), par sa couleur d'un jaune verdâtre à peine teintée de rouge.

Fécondation. — Le pollinide, au moment de son émission, ne paraît représenter que le contenu du sac anthéridien à l'état nu ; si l'enveloppe cellulaire existe, elle est si mince, que l'emploi de l'alcool iodé ne suffit pas pour la mettre en évidence ; mais l'existence de cette enveloppe n'est plus sujette à discussion lorsque le pollinide se fixe sur le trichogyne. Son transport du sac anthéridien sur le trichogyne serait soumis à l'influence directrice des agents extérieurs dans des conditions analogues à celles qui se trouvent réalisées chez les Phanérogames monoïques et dioïques. Une fois fixé, les deux parois cellulaires en contact se résorbent et la cavité du pollinide se trouve en communication directe avec celle du trichogyne.

Le fait a été bien des fois vérifié en employant un objectif à immersion et à correction n° 10 (Hartnack), et l'oculaire n° 3, donnant un grossissement de 650 diamètres : dans cette observation l'éclairement du champ du microscope a beaucoup plus d'importance que la puissance du grossissement. Il arrive parfois (fig. 2) que la soudure s'est faite sur une très-notable étendue ; alors, après la résorption des surfaces en contact, le pollinide se présente comme un renflement anormal du trichogyne. L'illusion résulte de ce que la partie du trichogyne située au delà de la soudure semble un appendice du renflement. Dans ces conditions, la résorption des parois cellulaires soudées est devenue évidente. Le mélange du contenu du pollinide avec celui de l'organe femelle est assez nettement indiqué : avant la résorption, la cavité du trichogyne était occupée par une substance homogène ; après la résorption, elle offre une traînée d'une matière finement granulée ou floconneuse dont le point de départ se trouve au pollinide. Le mélange a lieu, mais il n'est pas suivi, comme chez les *Spirogyra*, d'une contraction qui rassemble tout le protoplasma des deux cellules en une masse unique et occupant l'une à l'exclusion de l'autre où ne se trouve plus que le liquide cellulaire. Après la fécondation, le pollinide et le trichogyne persistent et leur contenu n'offre pas l'homogénéité du liquide cellulaire.

Développement de la fructification. — La fécondation, opérée, le premier indice du renouvellement du protoplasma qui l'accompagne est la fonte du noyau pariétal (fig. 10, *n*). A partir de ce moment, la cellule change de forme, son diamètre s'accroît rapidement dans la région située au-dessous du point où le trichogyne est devenu cylindrique (fig. 3, f^1, f^1); cette région, d'abord conique, s'arrondit en demi-sphère dont le pôle est surmonté du trichogyne. En même temps le liquide cellulaire est devenu plus abondant; il occupe dans la cavité interne des espaces parfaitement circonscrits (fig. 12), dont la transparence pourrait faire illusion en simulant des vacuoles.

La fructification ne se compose encore que d'une cellule unique dont le diamètre va croissant de la base au sommet; elle s'allonge en même temps que le diamètre continue à s'accroître dans sa moitié supérieure; puis, un peu au-dessous du sommet, apparaît un étranglement annonçant une première division transversale. La cloison, si mince qu'elle est à peine distincte à un grossissement de 800 à 900 diamètres, paraît s'être constituée sur tous les points à la fois, immédiatement après la division du protoplasma.

La fructification (fig. 11, *F*) a deux cellules : — La supérieure présente dans sa partie centrale un espace relativement considérable rempli par le liquide cellulaire; son diamètre est définitif, mais elle s'accroît en longueur, et si le trichogyne est encore terminal, son point d'insertion sera bientôt rejeté sur le côté. Pendant l'allongement, l'espace occupé par le liquide cellulaire devient ellipsoïdal, et bientôt se divise en deux par l'extension d'une bande de protoplasma de la périphérie vers le centre : ce mouvement s'est produit en même temps qu'un étranglement précurseur d'une nouvelle division transversale. — L'inférieure a ses dimensions définitives; le liquide cellulaire remplit des espaces très-inégaux dont l'un basilaire très-réduit, l'autre au sommet; au-dessous de la cloison se montre une protubérance, premier rudiment d'un rameau qui se développe par bourgeonnement. On arrive ainsi à l'état (fig. 3, *F*) où la fructification se compose de trois cellules en série linéaire dont la médiane porte le trichogyne, et d'un rameau naissant sur la première.

Dans la plupart des figures auxquelles je viens de renvoyer le lecteur, le trichogyne a été cassé pendant la préparation; j'ai été plus heureux dans celle que reproduit la figure 13 donnant un état plus avancé. Quatre cellules sont en série linéaire : la première, avec un premier rameau comptant deux cellules à la suite d'une division transversale; la seconde, avec un rameau encore unicellulaire, produit par bourgeonnement, et le trichogyne entier, portant intacte la membrane enveloppe du pollinide; la troisième et la quatrième ne sont pas encore en voie de multiplication.

La figure 14 représente un nouveau progrès dans le développement de la ramification fructifère : un premier rameau né sur la seconde cellule est sur le point de se diviser transversalement, et de plus deux nouveaux rameaux sont en état de bourgeonnement, l'un sur la seconde cellule, à côté du premier, l'autre sur la troisième (*b*).

Dans son premier développement, la ramification fructifère est très-fréquemment unilatérale (fig. 13 et 14), mais le plus souvent elle revient à la disposition corymbiforme normale par de nouveaux bourgeonnements sur les quatre cellules disposées en série linéaire: la figure 16 en donne une idée très-exacte, bien que le terme du développement ne soit pas encore atteint Lorsqu'il sera complet, l'axe principal (série linéaire, fig. 13 et 14) sera composé de quatre, cinq ou six cellules; les axes secondaires et tertiaires, d'un nombre relativement moindre; *seules*, les cellules terminales de cette ramification donneront des *oospores*.

Ainsi, tous les rameaux et ramuscules sont nés par bourgeonnement et leur allongement s'est produit par une division transversale de la dernière cellule. Il convient encore de remarquer qu'aussi longtemps qu'une cellule est en voie de multiplication par l'un ou l'autre mode, le liquide cellulaire est très-apparent; que la multiplication terminée, il semble rentrer dans la masse du protoplasma.

A l'époque où les oospores commencent à se caractériser, la fructification constitue un glomérule compacte qu'il faut écarter sous l'action du compresseur pour fixer exactement la position des oospores et leur mode d'émission. La compression a l'inconvénient de détacher quelques ramuscules ; mais comme les oospores n'apparaissent que successivement aux sommités des ramuscules, parce que le développement de ces derniers est progressif, elle est indispensable pour faire saisir la différenciation qui réserve aux cellules terminales la fonction de reproduction. Les cellules terminales (fig. 15 et 16), au nombre généralement de deux, plus rarement de une, exceptionnellement de trois ou quatre, se distinguent par leur volume plus considérable, par leur forme ovoïde, parfois sphérique (fig. 15, *o*), et enfin par leur contenu, quand l'évolution est complète. A la maturité, l'enveloppe de ces dernières s'ouvre au sommet (fig. 3, *o*) ; le contenu devenu libre est l'oospore, et la membrane enveloppe persiste à l'état de sac vide, comme le ramuscule sporuligène après l'émission des sporules. Dans l'oospore libre (fig. 17), il n'existe plus d'espaces plus transparents réservés au liquide cellulaire ; le contenu offre des granulations de deux sortes, les unes irrégulières, floconneuses, les autres globuleuses, ressemblant à de fines gouttelettes d'un liquide opalin.

Entre cette fructification et celle des Floridées marines, pour laquelle a été créée l'expression de *cystocarpe*, la différence est si capitale, qu'elle réclame une nouvelle dénomination. Dans le *Balbiania*, les cellules terminales renfermant chacune une oospore offrent une disposition qui rappelle exactement celle des fleurs dans un petit bouquet de violettes ; la fructification est en bouquet, et l'expression de *desmidocarpe* (δεσμὶς, ίδος, bouquet) me paraît en être la plus exacte représentation. L'expression de desmidocarpe aura l'avantage de représenter avec la même exactitude la fructification des Batrachospermes et d'un certain nombre de genres de Floridées marines.

MULTIPLICATION DE LA FORME SEXUÉE. — Les oospores germent immédiatement après leur émission, mais il n'en résulte, tout d'abord qu'un prothalle rudimentaire; ce n'est que pendant l'hiver qu'il prendra plus d'extension, pour constituer une nouvelle forme qui fera l'objet du paragraphe suivant. La multiplication de la forme sexuée, pendant la végétation de printemps et d'été, est exclusivement réservée aux sporules. Je ne reviendrai pas sur la description des ramuscules sporuligènes, leur déhiscence et l'émission des sporules. L'apparition de ces organismes dès le début de la ramification, leur nombre considérable sur la plante développée, leur constance pendant presque toute la durée de la période de végétation, leur germination produisant les axes primaires de la ramification sans l'intermédiaire d'un prothalle, rendent compte de la rapidité avec laquelle une plante invisible à l'œil nu, à l'état isolé, revêt d'une enveloppe pourprée presque continue la surface des Batrachospermes. Il ne me reste qu'à appeler l'attention sur quelques détails d'organogénie figurés dans les planches, détails relatifs aux mouvements et aux propriétés du protoplasma.

Pendant toute la durée de l'accroissement du ramuscule sporuligène, son contenu se fait remarquer par d'abondantes granulations irrégulières, floconneuses, distinctes à un assez faible grossissement et par un ou deux espaces incolores remplis par le liquide cellulaire. Au moment de la déhiscence (fig. 9, S_1), les espaces incolores disparaissent, le liquide cellulaire est rentré dans la masse du protoplasma. Quand il n'existe qu'un espace incolore, sa régularité pourrait le faire prendre pour un noyau, sa disparition pourrait être considérée comme la fonte de ce noyau; ce serait une double erreur. La germination est précédée d'une modification du contenu de la sporule; les granulations irrégulières floconneuses, d'abord très-apparentes, se métamorphosent ou se dispersent et ne sont plus perceptibles qu'à un très-fort grossissement; le liquide cellulaire se sépare de nouveau, devient plus abondant qu'avant l'émission, remplit presque toute la cavité, tandis que le protoplasma se condense sur la paroi; enfin la masse protoplasmique se porte vers les deux extrémités de la sporule, laissant se détacher sur la région médiane des espaces transparents, comme si le liquide cellulaire était en contact immédiat avec la paroi (fig. 6, 7, 8^3 *s*). C'est aux points où s'est accumulé le protoplasma que commencent à se montrer les premiers rudiments des axes primaires.

MATIÈRES COLORANTES, PROTOPLASMA. — La coloration du *Balbiania* n'est pas uniforme pendant toute la durée de la végétation ; le beau rose pourpre, général en avril-mai, se tache, en mai-juin, de teintes d'un jaune verdâtre terreux, et en juillet cette dernière coloration a presque totalement remplacé la première. Si des altérations ont pris quelque part à ce changement, cette part est minime ; il est la conséquence de la succession de phénomènes naturels : en avril-mai, la vivacité de la coloration rouge est due à la multiplicité des ramuscules sporuligènes, elle s'atténue au fur et à mesure de l'émission des sporules ; plus tard apparaissent les organes de la fécondation, les anthéridies presque incolores, les organes femelles d'un jaune verdâtre, et les fructifications où cette couleur se trouve en mélange dans d'assez fortes proportions.

La matière colorante rouge, à l'état de dissolution dans le protoplasma, masque la présence d'une autre matière colorante d'un jaune verdâtre, à l'état granulé ou floconneux, plus particulièrement abondante dans les cellules femelles, les fructifications en voie de développement et les ramuscules sporuligènes. Presque aussitôt que la plante a cessé de vivre, la matière colorante rouge s'étend par diffusion dans le mucus des Batrachospermes et laisse facilement observer l'autre matière colorante jaune verdâtre, la chlorophylle. Dans la ramification végétative, la teinte rouge est moins vive, parce que le protoplasma (fig. 9, 10 et 11), découpé en rubans irréguliers, ne recouvre qu'une partie de la surface interne des cellules cylindriques. Il est remarquable qu'au tiers supérieur de ces cellules végétatives le protoplasma plus abondant soit creusé d'espaces remplis par le liquide cellulaire.

Je puis maintenant généraliser cette dernière observation, faire remarquer que le protoplasma se concentre par la séparation du liquide cellulaire partout où se manifeste l'activité vitale appliquée au développement : au sommet des cellules végétatives où prennent naissance, par bourgeonnement, les ramuscules de différents ordres ou les anthéridies; chez les ramuscules sporuligènes pendant leur accroissement; chez les sporules avant et pendant la germination; dans le développement des fructifications, sur tous les points où se fait la multiplication des cellules. Dans la multiplication par division transversale, le protoplasma constitue une sorte de diaphragme avant l'apparition de la cloison. Tout n'est pas neuf dans ces observations, mais il n'est pas encore superflu d'insister sur le rôle du protoplasma dans la formation et l'épaississement des parois cellulaires.

IV

PROTHALLE. — FORME ASEXUÉE.

Le *Balbiania* disparaît, en apparence, avec la végétation de la forme sexuée des Batrachospermes sur lesquels il est fixé; du 15 juillet à la fin de mars il n'en reste plus de traces perceptibles à la loupe. Comment est-il représenté pendant cette période longue de plus de huit mois? D'un autre côté, si l'on conçoit qu'un premier individu fixé sur un Batrachosperme puisse être l'origine de toute la végétation de printemps et d'été, il y a encore à chercher d'où provient ce premier individu.

Pour répondre à ces questions, il était indispensable d'assister à la dissémination des oospores et d'en suivre la germination. En 1872, les ruisseaux, à l'époque de la maturité des fructifications, n'avaient plus qu'un cours intermittent; cette condition peu favorable a fait remettre les observations à l'année suivante. Mais en 1873 et 1874 la plante fut tellement rare, que les essais sont restés complétement infructueux. L'abondance ayant reparu en 1875 dans les deux localités, celle de Paimpont, la plus riche, a été visitée dans les premiers jours de juillet avec la volonté bien arrêtée de ne la quitter qu'après avoir pris les dessins d'oospores devenues libres, d'oospores fixées, et autant que possible d'oospores en voie de germination. Les oospores à l'état de liberté (fig. 17) ont été assez rapidement observées dans la ramification d'échantillons voisins de la décomposition et d'une couleur ochreuse.

La recherche des oospores fixées avait pour objectif des observations ultérieures ; il semblait donc nécessaire de les retrouver plutôt à la surface des pierres du lit du ruisseau que sur des Batrachospermes en partie décomposés. Le succès n'a pas couronné les efforts dirigés dans cette voie ; pour rendre facilement observable une cellule de $0^{mm},011$ à $0^{mm},017$ de diamètre, empâtée dans un mucus agglutinant les corps étrangers, la difficulté était presque insurmontable. Mais j'avais remarqué quelques tronçons de tige dénudée du *Batrachospermum helminthosum* remarquables par la consistance du mucus qui les enveloppait ; ils ont été divisés longitudinalement sous la loupe et observés sous le compresseur, afin de pouvoir écarter par un écrasement modéré les filaments corticaux entre lesquels j'avais aperçu quelques cellules colorées en rouge. Je reconnus ainsi dans les cellules colorées en rouge les oospores du *Balbiania* ; il n'y avait plus qu'à réaliser une préparation assez heureuse pour en permettre le dessin à la chambre claire, et s'assurer que les oospores étaient bien fixées. La figure 18 représente l'un des filaments corticaux avec une oospore si bien adhérente, qu'elle ne s'est pas détachée sous les mouvements du compresseur.

Il était probable que, si la germination de l'oospore est immédiate, on en devait trouver des exemples en opérant de la même manière. Ces prévisions ont été justifiées, et le spécimen représenté dans la figure 19, où le prothalle compte déjà onze cellules, m'a fait revenir de l'étude des vieilles tiges de Batrachosperme à l'examen de la surface des cailloux. Il s'y trouvait ce prothalle, mais dans des conditions toutes particulières ; ce n'est pas sur la pierre nue qu'il fallait le chercher, mais bien sur un tissu cellulaire adhérent, souche persistante d'où s'élève la ramification annuelle du *Batrachospermum moniliforme* vivace. Observé sur ce tissu ou à travers ce tissu cellulaire d'un vert brun, le prothalle se présentait avec une couleur qui l'eût fait méconnaître, si l'analyse n'avait été guidée par la comparaison avec le prothalle de la figure 19 vu sur un filament articulé presque incolore. La figure 20 reproduit un échantillon de ce prothalle fixé sur le tissu cellulaire persistant du Batrachosperme représenté au trait.

La germination des oospores produit donc un tissu fort différent de celui qui a été décrit comme résultat de la germination des sporules. Au lieu des longues cellules irrégulières ou cylindriques, à contenu finement granulé et parfois spumeux, des cellules courtes renfermant des granulations irrégulières, floconneuses, très-apparentes, de plus au milieu d'elles un corpuscule que ses caractères physiques et sa constance doivent faire considérer comme un noyau. Il n'existait pas de noyau apparent dans l'oospore; sa présence au moment de la germination n'indiquerait-elle pas que le phénomène a été préparé par une modification du contenu de l'oospore? Ce travail préparatoire établirait un rapprochement entre la germination des oospores et celle des sporules.

Vers la fin de juillet, une nouvelle visite destinée à constater l'état du prothalle fut faite à la même localité; elle offrait le spectacle navrant d'un curage à fond : toutes ces précieuses pierres étaient entassées sur la rive. La localité était perdue au moins pour quelques années.

Restait celle de Corbières, pour l'expérimentation du mois de mars. A cette époque, les circonstances se montraient peu favorables à l'observation; les ruisseaux, grossis par des pluies prolongées, roulaient des eaux fangeuses. Cependant on arrivait au 20 mars, il n'y avait plus à attendre. En arrivant à Corbières, le ruisseau était débordé. M. Jules Gallée, que j'avais prié de m'accompagner, entra bravement dans l'eau; s'accrochant d'une main aux branches pendantes des buissons, de l'autre il cherchait, à tâtons, les pierres du fond pour me les faire parvenir. Tout ce qui pouvait être arraché fut transporté sur les limites de l'eau, et là la surface des pierres a été enlevée par fragments qui furent transportés au laboratoire, dans douze flacons pleins d'eau.

Le *Balbiania* commençait à se montrer sous la forme de petites taches rouges à la surface des Batrachospermes ; c'était bien le moment de reconnaître comment se fait le début de la forme sexuée. Après avoir minutieusement passé en revue tous les fragments, toutes les chances de succès se concentraient sur trois tronçons de vieille tige du *Batrachospermum helminthoideum*. Malgré les espérances fondées sur un premier examen à la loupe, le prothalle ne s'est pas trouvé sur les pierres ; de petites taches d'un rouge velouté, fort rapproché de la couleur du *Balbiania*, étaient dues à la présence d'une autre petite Algue, dont les filaments articulés sont si ténus, qu'un grossissement de 700 diamètres ne donne qu'une idée imparfaite de leur organisation. Les tronçons du *B. helminthoideum* mis en réserve offraient heureusement un nombre d'échantillons suffisants pour compléter une longue série d'observations.

Les régions occupées par le prothalle ayant été fixées à l'aide d'un grossissement moyen, pour ne rien écraser dans cette recherche préliminaire, chacune d'elles a été détachée pour en faire le sujet d'une préparation. La mieux réussie est représentée dans la figure 21. Le prothalle s'y trouve composé de deux parties : l'une offrant des cellules courtes étroitement adhérentes à la surface des filaments corticaux, identiques à celles composant le prothalle observé en juillet ; l'autre formée de cellules irrégulières constituant une ramification engagée entre de courts ramuscules accessoires de la tige du Batrachosperme ; dans cette dernière partie de la figure, le Batrachosperme est supprimé pour donner au dessin toute la netteté désirable. Les parties importantes de ce prothalle sont ces cellules ovoïdes (*s*, *s*, *s*) développées, soit sur la partie adhérente du prothalle, soit dans sa ramification. Leur analogie avec les ramuscules sporuligènes de la forme sexuée est si frappante, qu'il n'y avait plus qu'à vérifier l'existence d'enveloppes vides (*s'*) constatant l'émission des sporules pour arriver à l'identification. Ces enveloppes vides pouvaient être observées sur la plupart des échantillons. Enfin deux cellules extérieures portent chacune un poil (*l*).

Il n'est guère possible de se refuser à voir dans ce prothalle une forme distincte produisant des organismes unicellulaires dont le développement donne une seconde forme très-différente autant par l'organisation que par la présence des organes de la fécondation. Il y a donc dans le *Balbiania* deux formes : l'une *asexuée*, issue de la germination des oospores ; l'autre *sexuée*, ayant pour origine première des sporules émises par la forme asexuée et se multipliant par des organismes identiques. L'individu asexué naît directement et exclusivement de la fécondation sexuelle, tandis que l'individu sexué, après être sorti de sporules produites par l'individu asexué et devenues libres, se multiplie par des sporules absolument identiques qu'il produit lui-même.

L'espèce est représentée dans le temps, de juillet à mars par l'individu asexué, de mars à juillet par l'individu sexué, qui en constitue la végétation la plus apparente. Le dimorphisme du *Balbiania* se distingue essentiellement du dimorphisme déjà constaté chez les *Lemanea* et les *Batrachospermum* par le mode d'origine de la forme sexuée.

Le Balbiania *est-il un parasite du genre* Batrachospermum? — La forme sexuée n'a, en réalité, que de très-faibles adhérences avec le Batrachosperme dont on peut le séparer, à l'aide d'aiguilles, sans déchirures, quand les deux ramifications ne sont pas trop profondément intriquées. Les *Chantransia* sont très-fréquemment fixés sur des Batrachospermes et n'en sont pas des parasites. La forme sexuée trouve dans la ramification des Batrachospermes les conditions les plus favorables pour se fixer. D'un autre côté, la végétation du Batrachosperme paraît normale tant qu'il n'est pas étouffé par un revêtement continu, et encore sa durée se prolonge-t-elle au delà de celle du *Balbiania*.

Les rapports de la forme asexuée du prothalle avec le Batrachosperme me paraissent plus intimes. La dissémination des oospores, coïncidant avec la destruction par décomposition du Batrachosperme et du *Balbiania*, semblerait devoir entraîner leur dispersion dans toute l'étendue de la station; or, après des recherches persévérantes exécutées en juillet 1875 et en mars 1876, le prothalle n'a été rencontré que sur les Batrachospermes, soit à l'état de tiges dénudées, soit à l'état de tissu membraneux prothalliforme. De plus, la comparaison du développement du prothalle du *Balbiania* sur les filaments corticaux de vieilles tiges et sur le tissu cellulaire prothalliforme montre, dans le premier cas (fig. 19 et 21), les cellules du *Balbiania* disposées en série linéaire coïncidant avec la direction de l'axe des filaments corticaux; dans le second (fig. 20), une disposition rayonnante autour de l'oospore.

Ce sont les seules raisons que je puisse invoquer en faveur du parasitisme du prothalle ou forme asexuée.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 13.

Grossissement (fig. 1) 400/1.

Fig. 1. État du *Balbiania* en mai-juin, avec sporules, anthéridies, organes femelles et fructifications en voie de développement.

C, cellule primitive représentant la sporule.

b, première cellule de l'axe descendant.

d, *e*, prolongement de ce premier axe ayant contourné une fructification du Batrachosperme pour fixer la jeune plante.

g, g_1, g_2, g_3, ramifications primaires de ce premier axe.

r, r_1, r_2, r_3, r_4, ramuscules radiciformes qui prendront la forme normale après leur émergence de la ramification du Batrachosperme.

m, *n*, *p*, *q*, axes principaux de la ramification primitivement ascendante, développés sur la grosse extrémité de la sporule.

s, *s*, *s*, ramuscules sporuligènes.

s', s', s', enveloppes des ramuscules sporuligènes vides.

a, *a*, *a*, anthéridies.

f, *f*, *f*, organes femelles avec leur prolongement piliforme, le trichogyne, avant la fécondation.

f', f', f', le même organe, fécondé.

p, pollinide.

F, F, F, fructifications à divers degrés de développement.

PLANCHE 14.

Grandeur naturelle (fig. 4). — Grossissement (fig. 5) 7/1; 2, 3, 400/1; 6, 7, 8, 9, 10 et 11, 720/1.

Fig. 2. État de la plante développée à la fin de la période de végétation, les sporules font défaut.

C, cellule primitive représentant la sporule.
b, origine de l'axe descendant.
d, ramification issue de cet axe.
a, *a*, anthéridies.
f, organe femelle, avant la fécondation.
f', le même, après la fécondation.
p, pollinide soudé longuement avec le trichogyne.
f, organe femelle fécondé né sur la cellule primitive.

Fig. 3. Sommité d'un axe principal de la ramification avec anthéridies et cellules terminales piliformes.
a, anthéridies.
b, *d*, sommités piliformes.
e, transformation d'un organe femelle en ramuscule, terminé par une cellule piliforme.
f, organe femelle non fécondé.
R, ramuscule à deux cellules, dont la dernière est l'organe femelle.
f', *f'*, organes femelles après la fécondation.
F, F, fructifications en voie de développement.
F', O, fructification après l'émission d'une oospore.

Fig. 4. Ramuscule d'un *Batrachospermum helminthosum* avec le *Balbiania*, forme sexuée.

Fig. 5. Le même, grossi sept fois.

Fig. 6. Fragment de la ramification du *B. helminthosum*, avec une partie ombrée montrant la disposition de l'endochrome.
s, sporule qui n'a pas encore germé.
s', sporule en voie de germination.
b, *c*, *d*, les trois premières cellules de l'axe descendant.
m, origine d'un premier axe ascendant.

Fig. 7. Fragment d'un autre verticille.
s, sporule commençant à germer.
b, première cellule de l'axe descendant. A la grosse extrémité de la sporule *s* le protoplasma se condense sur deux points où naîtront deux premiers axes ascendants.

Fig. 8. Fragment analogue avec cellule en voie de germination plus avancée.

Fig. 9. Fragment de la ramification du *Balbiania*.
s, *s*, *s*, ramuscules sporuligènes.
s, ramuscule sporuligène au moment de la déhiscence.
s', *s'*, *s'*, enveloppes vides du ramuscule sporuligène.
F, fructification en voie de développement.
l, base du ramuscule bicellulaire sur lequel la fructification est terminale.

ig. 10. Sommité d'un axe du *Balbiania*.
a, un premier groupe de quatre anthéridies, dont une centrale sphérique, les périphériques cylindriques réniformes.
a, autre groupe de six anthéridies, dont une centrale sphérique.
f, organe femelle fécondé.

n, noyau de la cellule femelle.
t; trichogyne.
p, pollinide.

Fig. 11. Autre sommité du *Balbiania*.
a, groupe d'anthéridies.
p, pollinide sortant du sac anthéridien.
b, sac anthéridien vide après la déhiscence.
s, ramuscule sporuligène vide.
F, fructification en voie de développement.

PLANCHE 15.

Grossissement, fig. 13, 15, 18, 19, 20 et 21, 400/1 ; 12, 14, 16 et 17, 720/1.

Fig. 12. Fructification en voie de développement avant la division de la cellule primitive en deux.
t, trichogyne persistant.

Fig. 13. Fructification plus avancée.
g, cellule basilaire.
t, trichogyne.
p, pollinide.
m, ramuscule naissant au-dessous de l'insertion de la fructification.

Fig. 14. Fructification plus avancée.
g, partie basilaire de la cellule primitive.
t, trichogyne.
b, *b*, nouveaux ramuscules développés par bourgeonnement.

Fig. 15. Fructification plus avancée avec une cellule terminale *o*, d'où sortira une oospore.
g, partie basilaire de la cellule primitive.

Fig. 16. Fructification presque complétement développée, née sur la cellule primitive C.

Fig. 17. Oospore libre.

Fig. 18. Oospore fixée sur un filament corticant d'un vieux tronçon de tige du *B. helminthosum*.

Fig. 19. Prothalle résultant de la germination d'une oospore fixée sur un filament corticant du même.

Fig. 20. Prothalle résultant de la germination d'une oospore fixée sur le tissu prothalliforme du *B. moniliforme*.

Fig. 21. Prothalle complétement développé sur un vieux tronçon de tige du *B. helminthoideum*.
A, tronçon dénudé de la tige du Batrachosperme.
s, *s*, *s*, cellules sporuligènes à divers degrés de développement.
s', sac vide après l'émission d'une sporule.
l, prolongement piliforme d'une cellule terminale.

FLORULE BRYOLOGIQUE

DES

ANTILLES FRANÇAISES

Par M. Émile BESCHERELLE.

Les îles qui forment entre les deux Amériques le groupe des Antilles ont été depuis longtemps l'objet des études des botanistes, et, à ne considérer que le point de vue spécial et restreint qui nous occupe, on peut déjà, par les travaux bryologiques qui ont été publiés sur chacune de ces îles, se faire une idée de la richesse muscinale qu'elles présentent. Les grandes Antilles surtout ont été explorées d'une manière sérieuse : Ol. SWARTZ a donné, dans son *Flora Indiæ orientalis*, la description de 44 espèces rencontrées à la Jamaïque et Haïti (*Hispaniola*); SULLIVANT a publié près de 120 Mousses récoltées dans l'île de Cuba par Ch. Wright, et M. HAMPE, dans le *Linnæa* (1852), a décrit celles qui avaient été recueillies à Porto-Rico. Parmi les petites Antilles, trois surtout ont été étudiées plus spécialement : ce sont les îles de Saint-Vincent, de la Trinidad, où M. Ch. Müller a constaté la présence de plus de 100 espèces, et de la Guadeloupe; les autres, telles que la Martinique, la Barbade, la Dominique, Saint-Christophe, Saint-Thomas, Montserrat et Tabago, n'ont donné ensemble que 25 Mousses, dont quelques-unes sont communes aux autres Antilles.

En réunissant les Mousses décrites dans les notices spéciales ou dans les ouvrages généraux de Bridel (*Bryologia universa*), de M. Ch. Müller (*Synopsis Muscorum*), et de M. Mitten (*Musci austro-americani*), on trouve, pour les grandes Antilles, savoir :

A la Jamaïque.....	112	espèces, dont	18	propres à cette île.
A Cuba...........	119	id.	46	id.
A Saint-Domingue..	32	id.	11	id.
A Porto-Rico......	43	id.	3	id.

Ainsi, sur 306 espèces qui croissent dans ces quatre grandes îles, on ne rencontre que 78 qui leur soient propres, ou le tiers environ ; les 228 autres se retrouvent soit dans les îles voisines, soit dans les provinces de l'Amérique centrale et du nord de l'Amérique méridionale, soit enfin dans les parties plus australes de l'Amérique du Sud, telles que le Brésil, le Pérou et le Chili.

Pour les petites Antilles, dont l'étendue est bien moins considérable, on ne signale que 166 espèces, dont le cinquième seulement est spécial à ces îles, savoir :

La Trinidad............	71	espèces, dont	19	spéciales.
Saint-Vincent...........	33	id.	8	id.
Guadeloupe et Martinique.	37	id.	3	id.
Autres îles..............	25	id.	3	id.

Le dénombrement ci-dessus se modifiera notablement à mesure que les botanistes-voyageurs s'attacheront davantage à la récolte des Mousses. Cette situation se trouve déjà modifiée d'une manière très-sensible pour nos Antilles françaises par les envois que le Muséum d'histoire naturelle de Paris a reçus de la Guadeloupe, et par les échantillons publiés dans les *Exsiccata* de M. Husnot. Ce n'est pourtant pas le nombre des collecteurs qui a fait défaut : Badier, Bertero, Lesueur, Wickström, Beaupertuis, Perrottet, Parker, Forsström et Duchassaing avaient rapporté de la Guadeloupe de nombreux échantillons de plantes ; mais les Mousses étaient rares, souvent stériles et presque toujours récoltées au même endroit, à la Soufrière. C'est à M. le docteur L'Herminier qu'on doit surtout de connaître la flore bryologique de la Guadeloupe ; ses échantillons sont nombreux et en très-bon état pour la plupart. Le Muséum de Paris en possède une partie, mais le plus grand nombre se trouve dans l'herbier de M. Schimper. M. Husnot, dans un voyage récent qu'il a fait dans la région, a rapporté une très-belle collection de mousses de la Guadeloupe et de la Martinique ; ses connaissances bryologiques l'avaient préparé à la récolte des Mousses, et l'on n'est pas surpris, quand on connaît l'ardeur et l'habileté du voyageur, de rencontrer dans sa collection des espèces nouvelles qui devaient échapper à l'œil cependant très-exercé du docteur L'Herminier. L'île de la Martinique avait déjà été visitée avant M. Husnot par MM. Bélanger et Hahn, explorateur du Mexique; j'ai pu consulter les collections du premier dans l'herbier Montagne et celles du dernier dans l'herbier du Muséum.

Les documents qu'il a été possible de réunir de la sorte sur nos Antilles françaises et qui forment la base du travail ci-après, sont, comme on le voit, très-variés et viennent jeter un nouveau jour sur la Flore muscinale de la Guadeloupe et de la Martinique. Ce n'est plus 37 espèces (28 pour la Guadeloupe, 9 pour la Martinique), qu'il s'agit d'inventorier; nos études doivent porter sur 180 espèces, soit le quintuple. Dans ce nombre, 67 sont communes à diverses îles des Antilles ou à toutes les Antilles, 36 se retrouvent dans les régions continentales qui bordent la mer des Antilles, et 38 descendent au-dessous de l'équateur jusqu'au Pérou et au Chili, et même à Rio-Janeiro. Mais à l'exception de l'*Octoblepharum albidum*, du *Rhizogonium spiniforme*, du *Neckera undulata* et du *Sematophyllum pungens* qui sont communs à toute la région équatoriale, aucune espèce n'a été signalée en dehors des régions citées plus haut.

Ces 180 espèces sont réparties en 51 genres, dont les plus nombreux sont les suivants : *Dicranella* 8, *Syrrhopodon* 9, *Macromitrium* 10, *Lepidopilum* 9, *Hookeria* 23, *Pilotrichum* 7, *Rhaphidostegium* 22, *Ectropothecium* 8. Les genres qui sont ordinairement riches en espèces et sont peu représentés dans nos Antilles, sont les suivants : *Campylopus*, *Trichostomum*, *Barbula*, *Bryum*, *Bartramia*, *Cryphæa*, *Neckera*, *Pilotrichella*, *Hypnum*, etc.

Quoique le travail ci-après soit spécial aux Antilles françaises, nous n'avons pas cru devoir décrire à nouveau toutes les Mousses déjà connues dont la diagnose se trouve dans les ouvrages généraux. Il nous a paru inutile également de donner tous les synonymes; nous n'avons indiqué que ceux qu'il était indispensable de connaître pour retrouver la plante dans les ouvrages antérieurs. Cependant, toutes les fois qu'une diagnose nous a paru incomplète, nous en avons donné une nouvelle.

Nous ne pouvons terminer cette notice sans adresser nos vifs remercîments à MM. Schimper et Lindberg, qui ont bien voulu nous communiquer toutes les Mousses des Antilles que renferment leurs herbiers ; à M. Husnot (1), qui a mis à notre disposition ses récoltes de la Guadeloupe et de la Martinique, et surtout aux professeurs et aides-naturalistes du Muséum qui, avec leur bienveillance habituelle, ont facilité notre tâche en nous permettant de fouiller dans toutes les collections pour y rechercher les Mousses qui font l'objet de la présente florule.

TRIB. I. — WEISIACEÆ.

Fam. I. — WEISIEÆ.

Gen. I. — ANŒCTANGIUM Hedw.

A. **BREUTELIANUM** Br. et Sch., *Bryol. Eur.* — *A. euchloron* Schgr.; Mitten, *Musci austro-amer.*, p. 176. — *Zygodon pusillus* C. Müll., *Syn.*, I, p. 684. — *Gymnostomum lamprocarpum* (catal. Wickström et herb. Montagne). — *Gymnostomum guadalupense* Spreng. (herb. Montagne).

Guadeloupe (BERTERO, BEAUPERTUIS, 1839; L'HERMINIER, 1862 in herb. Mus. Par.) ; le Matouba (HUSNOT, *Exsicc.* Mus. Antill., n° 136). — Martinique : route de Saint-Pierre à Champflore, sur les talus (HUSNOT, *Exsicc.*, n° 136) ; talus du morne Rouge, nov. 1869 (HAHN, n° 1264).

Distribution géographique. — Cette Mousse, qui forme sur la terre, au pied des arbres, de larges tapis très-serrés, est commune aux Antilles, à la Trinidad, au Mexique, au Guatemala et dans la république de l'Équateur.

Fam. II. — DICRANEÆ.

Gen. I. — TREMATODON Rich.

T. **TENELLUS** Sch., in herb. — Caulis tenellus, brevis. Folia inferiora breviora lanceolata patentia, superiora squarroso-incurva longiora obtuse acuminata elongata basi latiora

---

(1) Voyez *Catalogue des Cryptogames recueillis aux Antilles françaises en 1868, et Essai sur leur distribution géographique dans ces îles,* par M. T. Husnot (Caen, 1870), et *Revue bryologique*, 1875-1876.

apice crenulato-denticulata, costa excurrente vel infra apicem evanida; cellulis basilaribus laxe rectangularibus pellucidis, superioribus quadratis incrassatis. Capsula in pedicello 1 cent. longo luteolo flexuoso, gracilis, minuta, oblonga, inclinata, pallide badia, senior curvata, collo vix duplo longiore; operculo rubro subulato obliquo. Peristomii dentes medio divisi, apice adhærentes. Calyptra minuta capsulam æquans. Flos masculus in ramulo basilari terminalis, foliis interioribus ovato-concavis subito longissime attenuatis, margine recurvo.

Guadeloupe, sur les rochers du Saut-d'eau au camp Jacob (Husnot, *Exsicc.*, n° 194, sub *T. ambiguo*, mais différent; plus voisin du *T. humilis* Mitt.).

Gen. II. — MICRODUS Sch.

1. M. crispulus Besch. — Dioicus, dense cespitosus, e basi rufescente viridis, nitidulus. Caulis simplex, sub perichætio innovans, brevis, vix 1 centim. altus, inferne laxe superne densius foliosus. Folia erecto-patentia, superiora erecta, crispula basi latiore lanceolata, linearia, apice obtuso-incurvata, cucullata, nitidula, integerrima, costa sub apice evanida flavescente, cellulis ubique utriculo primordiali impletis, parietibus pellucidis; folia perichætialia late ovato-lanceolata, longiora, integerrima, obtusiuscula, laxius reticulata, interiora majora. Capsula in pedicello flexuoso pallido seniore badio 5-6 mill. longo erecta, parva, ovata, microstoma, sub ore contracta; operculo curvirostri quam capsula breviore. Peristomii dentes breves, lanceolati, medio sæpe pertusi, tantum apice bifidi, punctulati, cruribus crassis haud subulatis brevibus rufulis punctulatis. Calyptra cucullata, totam capsulam obtegens.

Guadeloupe ou Martinique (Husnot, *Exsicc.*, n° 136), avec *Anœctangium*.

Assez voisin de l'*Angstrœmia muralis* Hpe.

2. M. longirostris Schgr., sub *Trematodonte*. — *Coscinodon longirostris* Brid., *Bryol. univ.* I, 376. — *Seligeria longirostris* C. Müll., *Syn.*, I, p. 376. — *Dicranella longirostris* Mitt.,

l. c., p. 30. — *Dicranella Duchassaingii* Sch., in Mus. Antill., Husnot, *Exsicc.*, n° 124. — *Weisia Belangeriana* Mont. (in hb. Montagne).

Guadeloupe : montagnes du Matouba et de la Soufrière (PARKER et GUILDING [ex MITTEN] ; DUCHASSAING, n° 12, in herb. Mus. Par., et herb. Montagne) ; rochers du camp Jacob (HUSNOT, *Exsicc.*, n° 124). — Martinique (BÉLANGER, n° 501, in herb. Montagne).
Mexique, Brésil.

Gen. III. — DICRANELLA Sch. Coroll.

1. Capsula regularis.

a. *Pedicello sæpe arcuato.*

1. D. HERMINIERI Besch. — Dioica, laxe cespitosa e viridi lutescens. Caulis 7-10 mill. longus, mollis, parce ramosus. Folia inferiora erecto-patentia, flexuosa, parva, basi latiora, triangularia, longe linearia, apice obtusa, integerrima, canaliculata, costa latiuscula a lamina ubique distincta; cellulis quadratis inferioribus longioribus rectangularibus. Folia perichætialia longe ovato-lanceolata, duplo triplove longiora, marginibus crenulatis supra partem angustam conniventibus, canaliculata longissime attenuato-ligulata obtusa, costa valida infra apicem evanida ; cellulis rectangularibus incrassatis tantum apice rotundatis, apicalibus e costa radicantibus. Capsula in pedicello flexuoso curvatove rubello 10 mill. longo ovato-cylindrica, regularis, subapophysata, sicca cylindrica macrostoma infra os coarctata, fere lævis, collo scabro, annulo volubili, operculo recto subulato capsulam æquante. Peristomii dentes dicranoidei, cruribus longissimis tenuibus. Planta mascula simplex, flore terminali subdiscoideo haud gemmiformi, foliis externis late ovato-vaginantibus coloratis subito in cuspidem obtusam attenuatis, margine incurvo, internis concavis aureis breviter acuminatis haud attenuatis ; antheridiis crassis numerosis, paraphysibus paucis æquilongis vel brevioribus.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Mus. Par., sub *Dicranella Guilleminii* Montg.).

Assez voisin par le port du *Dicranella Guilleminii* Mont., mais entièrement différent au premier abord par la forme des feuilles non engaînantes à la base, obtuses au sommet.

2. D. FLAVA Besch. — Dioica, cespites laxi flavescentes, copiose fructificantes. Caulis semiuncialis vel minor, basi gracilis, apice dense foliosus, simplex vel ramosus. Folia inferiora erecto-patentia, e basi latiora lanceolato-attenuata, superiora duplo longiora densa divergentia, breviter obovalia, subito in cuspidem longissimam obtusam attenuata, marginibus revolutis usque ad apicem subcucullatum confluentibus integerrimis, costa basis longitudine 1/5 occupante, superne a lamina distincta; cellulis basilaribus diversiformibus, alaribus quadratis, costam versus duplo longioribus hyalinis, e medio limbi ad apicem quadratis minoribus opacis, interstitiis pellucidis. Folia perichætialia caulinis similia, sed longius ovata, vaginantia. Planta mascula gracilis, simplex, vel sub perigonio innovans; perigonio singulo subdiscoideo clauso, foliis externis caulinis superioribus similibus sed magis concavis coloratis, internis late concavis longiuscule acuminatis. Capsula in pedicello flavo juniore eleganter curvato seniore erecto ovata, globosa, leptoderma, inclinata vel pendula ob pedicelli curvaturam, senior inclinata vel horizontalis, obconica curvata, nigra, sub ore coarctata; operculo aciculari rubro quam capsula breviore.

Martinique (HAHN, nº 1485), associé à *Philonotis uncinata.*

Diffère au premier abord de la précédente (*D. Herminieri*) par ses touffes jaunâtres, le pédicelle capsulaire jaune-paille, la capsule horizontale après l'émission des spores, les feuilles supérieures obovales moins largement obtuses au sommet, et du *D. Perrotteti* par son port plus rigide, sa capsule plus grande, plus longue, atténuée à la base et par les feuilles à nervure beaucoup moins large.

3. D. PERROTTETI Mtgne, sub *Dicrano;* C. Müll., *Syn.* I, p. 434, sub *Angströmia.* — *Dicranella Perrotteti* Mitt., *l. c.*, p. 35. — Dioica, laxe cespitosa. Caulis nunc uncialis gracilis flexuosus viridi-fuscescens, nunc semiuncialis condensatus luteo-fuscescens. Folia inferiora anguste lanceolata, superiora breviter ovato-lanceolata, subito acuminata, apice latiusculo

obtusa, integerrima, costa basis latitudine 1/5 occupante, in subula a lamina plana distincta. Folia perichætialia obovalia, longiora, acumine obtuso. Capsula junior globoso-ovata, regularis, in pedicello flavo flexuoso inclinata, senior nigra angustata, elongata, obliqua vel erecta, eurystoma.

Guadeloupe : sur la terre et les rochers, la Découverte, bains chauds du Matouba (Husnot, *Exsicc.*, n° 126) ; au bord de la rivière Saint-Louis, (Husnot, n° 129). — Martinique : montagne Pelée (Husnot) ; forêt de la Trinité, associé à *Philonotis* (Hahn, n° 1485).

Distribution géographique. — Antilles.

Obs. — Dans les échantillons originaux récoltés par Perrottet aux Antilles et conservés dans l'herbier de feu M. Montagne, au Muséum d'histoire naturelle de Paris, la nervure des feuilles ne se confond pas avec le limbe dans la partie supérieure, et les feuilles ne sont point subulées comme l'indiquent divers auteurs.

b. *Pedicello erecto rigido.*

4. D. stenocarpa Besch. — Dioica, cespites compacti, rufovirides, copiose fructiferi. Caulis simplex vel parum divisus, 10-15 mill. longus, basi paucifoliatus, apice foliis numerosis obtectus. Folia inferiora lanceolata ligulata basi latiora, superiora ovali-lanceolata longiora acuminata, omnia laxe imbricata, concava, canaliculata, integra, margine reflexa, apice rotundo obtusa, costa angusta ad apicem cuspidata ; cellulis basilaribus rectangularibus paulo incrassatis, cæteris quadratis majoribus, superioribus minoribus. Folia perichætialia caulinis similia, superiora haud vaginantia. Planta mascula fœmineis admixta, perigoniis subaxillaribus numerosis. Capsula in pedicello 10-15 mill. longo purpureo, erecta vel subcernua, madida ovoidea suburceolata sub ore strangulata basi attenuata, sicca et deoperculata cylindrica nigrescens vix gibbosa fere symmetrica. Annulus latus. Operculum obliquum rostro capsulam æquante. Peristomii dentes basi 7-8 trabeculis præditi dein in 2-3 cruribus longissimis punctulatis divisi.

Guadeloupe, bords de la rivière Rouge (Husnot, n° 128), associé à *Philonotis uncinata* et *Dicranella flava*. — Martinique : sur la terre rocailleuse, au camp Balata (Husnot) ; talus calcaires de la route des Pitons de Fort-de-France, avril (Hahn, n° 773), et route de l'Alma n^{os} 776, et 1485, in herb. Mus. Par.).

Cette Mousse a été distribuée par M. Husnot sous le nom de *Dicranella guadalupensis* Sch.; mais comme il existe déjà une Mousse de ce nom, je n'ai pas cru devoir conserver celui de M. Schimper, qui est postérieur à la publication des *Musci austro-americani.*

Var. *minor*, caulibus brevioribus gracilibus, foliis margine subplanis, capsula cylindrica breviore macrostoma, operculo longiore, calyptra apice scabriuscula.

Guadeloupe, montagnes du Matouba et de la Soufrière (Duchassaing, 1847, n° 14, in herb. Mus. Par.).

5. D. Belangeriana Besch. — Dioica, cespites laxi, sordide rufo-lutescentes. Caulis gracilis, flexuosus, simplex vel innovationibus 15 mill. longis ramosus. Folia inferiora late ovato-lanceolata, breviter acuminata, fol. media et superiora vaginantia, squarrosa, inter se remota, ligulata, acuminata, subfalcata margine e medio reflexa integerrima vel tantum ad apicem late obtusum subcucullatum denticulata; costa angusta excurrente; cellulis basilaribus rectangularibus, cæteris minutis quadratis vel superne quadrato-rotundis. Folia perichætialia caulinis similia sed majora et longius vaginantia. Planta mascula gracilior, perigoniis gemmiformibus numerosis ob innovationes subaxillaribus, foliis perigonialibus cochleariformibus, obtuse longeque acuminatis, apice dentatis. Capsula in pedicello rufo 7-8 mill. longo, erecta vel obliqua, cylindrica symmetrica, rufescens. Peristomii dentes tenui granulosi longe fissi, basi crasse remoteque trabeculati, operculo obliquo longissimo capsulam æquante.

Martinique, sur la terre calcaire (Bélanger, 1857, n° 492, in herb. Montagne, sub *Dicrano Perrotteti*).

2. Capsula basi gibbosa.

6. D. cespitans Besch. — Dioica, dense cespitosa, compacta, rufescens. Caulis simplex, curvatus, 5 millim. vix altus. Folia erecta, rigida, apice flexuosa, homomalla, infe-

riora anguste ovato-lanceolata subulata, superiora duplo longiora elliptice-lanceolata, omnia integerrima, costa lata obscura basi latitudinis 2/4 occupante superne a lamina indistincta; cellulis quadratis incrassatis haud pellucidis. Folia perichætialia longiora, latius longiusque ovata, subconvoluta. Capsula in pedicello stramineo 10 mill. longo inclinata, ovoidea, basi strumosa, senior badia subcostata; operculo capsulam æquante vel breviori; annulo magno. Peristomii dentes ob capsulas vetustas haud mihi noti. Calyptra minuta, apice granulosa. Planta mascula fœmineis admixta, flore terminali singulo discoideo gemmiferi, foliis internis duobus coloratis brevioribus concavis ecostatis cordatis breviter obtuseque acuminatis, externis 4 basi concavis subito longissime cuspidatis, costa lata subulam totam integerrimam occupante.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *D. condensata* Sch. non Angstr.).

Espèce voisine de l'*Angströmia crassinervis* Hpe; en diffère cependant par les tiges plus courtes, par les feuilles plus fermes composées de cellules opaques, et par la capsule moins longuement pédicellée et à orifice plus étroit.

7. D. homomalla Besch. — Dioica, cespites robusti dense congesti, caulibus erectis arcte cohærentibus gracilibus 5-15 cent. longis ditissime fructiferis, simplicibus vel 1-3 innovationibus semi-uncialibus basi fuscescentibus apice lutescentibus continuatis. Folia caulina erecta, subsecunda, sparsa, ovato-lanceolata, basi lata, subito in cuspidem lævem vel apice obtuse inciso-dentatam producta, costa crassa tertiam folii partem basi æquante; folia superiora numerosa, comalia homomalla, falcata, e basi latiore longe ovato-lanceolata, concava, duplo caulinis longiora, longissime subulata, integra, omnia marginibus paulo revolutis; cellulis basilaribus rectangularibus, cæteris ovato-quadratis. Planta mascula crassior, flore gemmaceo terminali vel ob innovationes axillari, foliis ovatis subito in cuspidem flexuosam coarctatis, intimis rufescentibus mucronatis haud cuspidatis. Capsula in pedicello 15-20 millim. longo erecto vel paulum tortili, obliqua, ovata, basi læviter

callosa, ætate atro-badia, plicata; operculo oblique rostrato quam capsula breviore.

Guadeloupe, savane aux Ananas (HUSNOT, *Exsicc.* n° 130, sub *D. gracilescens* Sch. Ms.). — Martinique (HAHN, n° 1445).

Espèce voisine des *D. strumulosa* Hpe, et *D. ditissima* Hpe, mais remarquable par ses touffes robustes très-complètes, par ses feuilles tournées d'un seul côté, plus longues, et à base plus large, ainsi que par les capsules plus longues et plus épaisses. Le *D. guadalupensis* Mitt., dont je ne possède pas d'échantillons, paraît se rapprocher de cette espèce.

Forma *minor;* caule unciali vel semiunciali, innovationibus valde brevioribus, foliis minoribus rigidis summo flexuosis parum falcatis apice integerrimis.

Guadeloupe sur la terre et les pierres à la Soufrière (LESUEUR, 1822, in herb. Mus. Par.); DUCHASSAING, 1847, n^{os} 9 et 11 in herb. Mus. Par.; HUSNOT, *Exsicc.*, n° 125, sub *D. ditissima* Hpe).

Diffère du *D. ditissima* Hpe par ses tiges serrées, robustes et plus feuillées, par ses feuilles caulinaires plus rigides, par ses feuilles périchétiales plus longues, ovales, convolutées, par sa capsule verruqueuse à la base, plus grande et se déjetant en dehors de l'axe du pédicelle après l'émission des spores.

8. D. GUADALUPENSIS Mitt., *l. c.*, p. 37.

Guadeloupe (PARKER et PERROTTET, ex cl. Mitten) †.

Species adhuc sterilis.

9. D. REMOTIFOLIA Besch. — Dioica, dense cespitosa. Caulis elatus, biuncialis, gracilis, dichotome ramosus, basi fuscescens, superne fusco-lutescens. Folia caulina remota, patula, flexuosa, hastato-elongata, linearia, integerrima, apice late obtusa, costa basi lata, sub apice evanida e lamina distincta; cellulis basilaribus rectangularibus pellucidis, marginalibus atque cæteris minutis quadratis, apicalibus utriculo impletis. Cætera desunt.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimper, sub *D. elata* Sch.). Diffère au premier abord du *D. elata* Sch. par ses feuilles hastées, obtuses au sommet et très-entières.

Gen. IV. — LEUCOLOMA Brid.

1. L. SERRULATUM Brid., *Bryol. univ.*, II, 752. — *Dicranum (Leucoloma) Bridelianum* C. Müll., *Syn.*, I, 354. — *Pœcilophyllum serrulatum* Mitt., *Musc. austr.-amer.*, p. 93. — Caulis ascendens, valde flexuosus, 5-15 cent. longus, basi longe denudatus, bifurcatus, ramis furcatis ascendentibus apice attenuatis. Folia sæpe fugacia, nunc fuscescentia, nunc albide viridia nitida, caulina inferne horizontalia, sicca plicata, superiora erecta basi latissima, apice canaliculata, longissime et angustissime attenuata, flexuosa, subulata, minute serrulata, dentibus acutis hyalinis, costa excurrente, margine e basi latissime diaphano sensim angustiore evanescente cellulis elongatis angustissimis hyalinis composito; cellulis e margine ad usque costam valde brevioribus ovato-quadratis opacis parietibus pellucidis, alaribus quadratis fuscis sæpissime cauli adhærentibus.

Guadeloupe : sur les troncs d'arbres dans les bois élevés (L'HERMINIER n^os^ 8 et 8 *bis*, in herb. Mus. Par.) ; forêt de Choisy, la Découverte, 450-1150 m. alt. (HUSNOT, n° 118), stérile. — Martinique, montagne Pelée (HAHN, HUSNOT, *Exsicc.*, n° 118).

Distribution géographique. — Haïti, Porto-Rico, Brésil.

2. L. ALBULUM Sull. sub *Dicrano*, in *Musc. Cub.*, 1861, p. 278. — *Pœcilophyllum albulum* Mitt., *l. c.*, p. 93.

Guadeloupe : lieux élevés, troncs d'arbres (L'HERMINIER, 1862, n° 39, stérile, in herb. Mus. Par., sub *Dicrano albulo* Wils. ?) ; forêt de Choisy, vallée de Saint-Louis (HUSNOT, *Exsicc.*, n° 120, cum fructib., sub *Leucoloma Bridelii* Hpe).

Diffère au premier abord du précédent, par le port, par les tiges courtes, touffues, variant du jaune-paille au roux foncé, non atténuées-caudiformes, et par les feuilles dont le tissu est formé, entre la nervure et la marge, de cellules ovales pellucides, seulement papilleuses en dessous, et au bord marginal de cellules allongées très-étroites, hyalines, naissant un peu au-dessus de la base et augmentant en nombre jusque vers le milieu de la longueur de la feuille, puis disparaissant vers le sommet.

Distribution géographique. — Cuba, Jamaïque, Saint-Vincent.

Var. foliis tortuosis.

Guadeloupe (L'HERMINIER, n° 16, in herb. Mus. Par.).

Gen. V. — CAMPYLOPUS Brid.

C. GUADALUPENSIS Mitt. *l. c.*, p. 77. — *Dicranum guadalupense* Brid., *Bryol. univ.* I, p. 463; C. Müll., *Syn.*, I, p. 386. Planta mascula tantum adhuc nota.

Guadeloupe (BADIER et BERTERO, ex BALBIS, in herb. Montagne, sub *Dicrano vulcanico* Bory ; Catal. WICKSTRÖM, sub *Dicrano filiformi* Beauv. ; L'HERMINIER, in herb. Mus. Par. ; HUSNOT, in herb., sub *Weissia vulcanica* Brid.).

Gen. VI. — THYSANOMITRIUM Schgr.

T. RICHARDI Brid., *Bryol. univ.* I, p. 473; Mitt., *l. c.*, p. 90. — *Dicranum Richardi*, C. Müll., *Syn.*, I, p. 413. — Dioicum, caulis fertilis uncialis vel major nigricans apice crasse clavatus, innovans, caulis sterilis longior lutescens circiter 10 cent. longus ascendente-arcuatus attenuatus filiformis apice crasse vel anguste clavato-acutus e nigrescente lutescens. Folia dense imbricata, madida erecto-patula, siccitate adpressa, oblongo-lanceolata, integerrima, marginibus apice convolutis, in pilum plus minusve longum hyalinum serratum breviter attenuata; costa latissima 1/3 basi latitudinis occupante, dorso lamellis parum prominentibus vel obsoletis longitudinaliter ornata; cellulis angularibus late quadratis parietibus crassis fuscis, superioribus oblique elliptico-hexagonalibus. Perichætia numerosa aggregata fertilia, foliis longioribus convolutis pilo longiore serrato, costa angustiore, archegoniis longistylis in longitudine vaginam cylindricam æquantibus longioribusve. Capsula in pedunculo brevi flexuoso rufescente apice rugoso, ascendens vel horizontalis, anguste elliptica, in tertia parte inferiore eleganter verrucosa badia, ore angusto. Peristomii dentes fere ad basin in cruribus 32 longissimis leptotrichoideis divisi, dense papillosi, lutescentes; operculo recto cum calyptra deciduo; annulo lato volubili fugaci composito. Calyptra mitræformis dimidiam capsulam obtegens, apice lævis, basi lacerata longe fimbriata. Planta mascula crasse clavato-acuta, perigoniis nu-

merosis minimis anguste gemmiformibus, foliis internis ovatis integris, antheridiis brevibus.

Guadeloupe : sur la terre et les rochers à la Soufrière (Richard; Funck et Schlim., ex C. Müller; Lesueur, 1822, in herb. Brongniart); morne de la Basse-Terre (Beaupertuis, 1839, in Mus. Par.; Duchassaing, 1847, nos 5 et 6, in herb. Mus. Par.) ; dans les endroits tourbeux à *Sphagnum* (L'Herminier n° 5) ; stérile sur les rochers de la rivière Rouge, abondant et fructifié à la Soufrière, sur les rochers, 1480 m. alt. (Husnot, *Exsicc.*, n° 132).

Distribution géographique — Nouvelle-Grenade, Pérou, Équateur.

Obs. — Bridel n'avait en sa possession, lorsqu'il a décrit le *Thysanomitrium Richardi* Schgr. que des échantillons incomplets. Il dit en effet (*Bryol. univ.*, I, 474) : « *Peristomii dentes brevissimi, lineari-lanceolati imperforati* », et la figure qu'il en donne (tab. III, fig. 5) se rapporte bien à sa description, mais non à la plante qui nous occupe. Les dents péristomiales sont, comme l'indique très-bien M. C. Müller (*Syn.*, I, 413) : « *longissimi tenuissimi usque ad basin fere in cilia duo filiformia fissi pallescentes rugulosi* ». Quant à la coiffe, elle est quelquefois garnie de radicelles au sommet par suite de son séjour prolongé dans les feuilles, mais elle n'est jamais scabre ou dentée, comme l'indique la figure de Bridel. Je n'ai vu aucune différence spécifique entre les *T. Richardi* et *T. Mülleri* Hpe ; la capsule de cette dernière n'est point lisse comme le dit l'auteur de l'espèce, mais elle offre les mêmes verrues que celle du *T. Richardi*. Quant au *T. Liebmanni* Sch., quoique bien voisin du *T. Richardi* avec lequel M. Mitten (*l. c.*) le confond, il me paraît devoir rester distinct : les feuilles en sont plus larges, moins concaves et plus longuement membraneuses ; la nervure est beaucoup plus large et est munie de lamelles à peine saillantes vers la base, mais très-proéminentes du milieu au sommet ; les dents du péristome sont analogues à celles des *Campylopus* et ne ressemblent nullement à celles du *T. Richardi*.

Gen. VII. — PILOPOGON Brid.

P. gracilis Brid., *Bryol. univ.* I, p. 519 ; C. Müller, *Syn.* I, p. 348 ; Mitten, *l. c.*, p. 70. — *Thysanomitrium splendens* Hook. Mss. in herb. Montagne. — *Pilopogon capitiflorus* Angstr. Mss.

Guadeloupe (Parker, in Mitten) ; la Soufrière (Duchassaing, 1847, in herb. M. P.; Forsström [Angström comm.]); éboulis dénudés (L'Herminier, n° 6); bords de la Rivière Rouge et de la Soufrière (Husnot, n° 131).

Jamaïque, Nouvelle-Grenade, Équateur.

Obs. — Mousse très-variable quant au port ; les échantillons récoltés par M. Duchassaing ne dépassent pas 3 centimètres, tandis que ceux qui proviennent des envois du docteur L'Herminier atteignent jusqu'à 17 centimètres ; les tiges sont en général beaucoup plus robustes et les périgones généraux plus volumineux que dans les échantillons recueillis à la Nouvelle-Grenade : mais en dehors de ces caractères, il n'y a rien qui autorise à séparer ces deux Mousses. In Herb. Hpe. is a P. longifolius n.s.

Gen. VIII. — HOLOMITRIUM Brid.

H. piliferum Mitt., *l. c.*, p. 69, sub *Eucamptodonte*. — Planta uncialis, nigricans tantum apice aureo-fusca. Caulis inferne decumbens, dein ascendens, crassissimus, superne ramosus, ramis brevibus crassis cuspidatis. Folia caulina tumida, lævia vel dorso parum rugulosa, inferne rufo-nigricantia, latiora, e basi longe concava, marginibus tantum apice convolutis cuspidatis haud piliferis, superiora scariosa aureo-nitida, angustiora, marginibus a basi involutis versus apicem conniventibus involutis in acumen brevem piliformem decoloratum attenuatis, integerrima, costa angustiore pallescente basi inconspicua ; cellulis alaribus quadrato-vesicularibus fuscis, interstitiis crassis intense rufis, aliis latis flavescentibus obscuris, parietibus interruptis, sinuosis, parietibus in foliis senioribus sublignosis fuscis. Folia perichætialia longissime convoluta, apicibus decoloratis integris vel parce denticulatis, capsulæ os attingentibus. Capsula in pedicello 15 mill. longo erecto in foliis perichætialibus immerso, erecta, ovato-cylindrica, 3 mill. longa, fuscella, ore angusto. Peristomii dentes 16 madidi recurvi vel radiatim expansi, longi, integri vel linea media pallida exarati, vel fere ad basin in cruribus angustis sæpe apice in uno coadunatis. Sporæ magnæ.

Guadeloupe, vieilles souches, morne de la Découverte (Husnot, *Exsicc.*, n° 192, sub *Holomitrio cavifolio*).

Très-semblable par le port des tiges, la forme et la couleur des feuilles à l'*Eucamptodon macrocalyx* C. Müll., de Java, mais différent par les feuilles, munies d'une nervure, et par le péristome, analogue à celui des espèces du genre *Holomitrium*.

Trinidad, Sainte-Marguerite.

TRIB. II. — LEUCOBRYACEÆ.

Gen. I. — LEUCOBRYUM Hpe.

1. L. CRISPUM C. Müll., *Syn.*, I, p. 78; Mitten, *l. c.*, p. 111.

Guadeloupe (L'HERMINIER, n^{os} 34, 35 et 37, c. fr.).

Antilles, Cuba, Jamaïque, Trinidad, Nouvelle-Grenade, Brésil, Pérou.

Cette espèce se distingue nettement de ses congénères d'Amérique par les feuilles flexueuses, un peu crispées, longuement cuspidées par suite de l'incurvation des bords supérieurs; la partie moyenne des feuilles est formée de 4-6 couches de cellules superposées; la base est réduite à deux couches distinctes entre elles : l'une, qui correspond à la face supérieure, est composée de cellules moyennes semblables à celles du *L. glaucum* ou plus petites; l'autre, qui constitue la face supérieure, offre des cellules deux ou trois fois plus longues vues en coupe transversale.

2. L. MARTIANUM Hsch. sub *Dicrano;* C. Müll., *Syn.*, I, p. 76; Mitt., *l. c.*, p. 111. 4 leaf sections fig^{d} by C. Mueller in Linnaea XVII (1843) p. 32

Guadeloupe (BEAUPERTUIS, 1839, stérile, herb. Mus. Par.; L'HERMINIER, 1862, n° 33). — Remarquable par les cellules de la face supérieure des feuilles, qui sont généralement plus larges, vues en coupe transversale, que les cellules de la face inférieure; les feuilles périchétiales sont obovales à base très-étroite, à cellules intermédiaires d'un roux foncé et offrant de 4 à 8 cellules marginales hyalines.

Porto-Rico, Nouvelle-Grenade, Surinam, Brésil.

3. L. ANTILLARUM Sch., in herb. — Dense cespitosum, 4-10 cent. altum, albicante fuscescens. Folia erecta, e medio patula, subrecurva, apice erecta vel subsecunda, 6 mill. longa, elliptica, basi angusta breviora, superne angustata acuminata, marginibus incurvis involutis, lamina versus folii medium 6, basi 10-12, apice 2 seriebus cellularum composita, limbo supra basin cellularum 6, apice 2 stratis formato. Cætera non mihi nota.

Guadeloupe (L'HERMINIER, n° 36); le Matouba, la Découverte (HUSNOT, n° 119).

Forma *crispula*, foliis remotis pallide viridibus apice flexuosis.

Martinique, montagne Pelée (HUSNOT, n° 119).

Cette Mousse offre le port du *Leucobryum glaucum*, mais en diffère par la forme et la consistance des feuilles, ainsi que par la couleur, qui rappelle celle de l'*Octoblepharum albidum*.

Gen. II. — LEUCOPHANES Brid.

L. GUADALUPENSE Lindb. *Œvers. of K. Vet.-Akad. Færh.*, 1864, p. 608. — « Caulis humilis, ramosus, densifolius; foliis e basi albida patenti-recurvis, anguste lanceolatis, acutis, carinatis, margine recto, incrassato-limbato, integerrimo, solo apice serrulato et ibidem cum nervo sat crasso, excurrente et dorso valde serrato confluente. »

Guadeloupe (FORSSTRÖM [LINDBERG comm.]).

Gen. III. — OCTOBLEPHARUM Hedw.

1. O. ALBIDUM Hedw.; C. Müll., *Syn.*, I, p. 86; Mitten, *l. c.*, p. 109.

Guadeloupe, commun sur les arbres des champs et des forêts (BEAUPERTUIS, 1839, in herb. Mus. Par.; HUSNOT, n° 121). — Martinique (BÉLANGER, 1847, n° 826, in herb. Montagne).

Commun dans la région intertropicale de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique, au Brésil et au Pérou.

Forma *laxa*, foliis pallide viridibus, remotis, longioribus, apice magis spiculoso-dentatis.

Martinique (HAHN, n° 711).

2. O. LONGIFOLIUM Mitt., *l. c.*, p. 110.

Guadeloupe (L'HERMINIER, n° 36, in herb. Mus. Par.; herb. HUSNOT).

TRIB. III. — FISSIDENTACEÆ.

Gen. I. — FISSIDENS Hedw.

A. Fructu terminali, foliis immarginatis, erosis.

1. F. CORTICOLA Sch. in herb. (non Montagne Ms.). — Monoicus, laxe cespitans; caules tenelli 5-8 mill. longi, basi aggre-

gati, inferne longe subnudi, superne spathulate frondiformes luteo-rufescentes, flexuosi. Folia multijuga lanceolato-linearia, tenerrime serrata, papillosa, costa excurrente flavescente, lamina vera ultra medium producta, lamina dorsali basi angusta sæpe rotundiuscula. Flos fœmineus terminalis, foliorum lamina apicali angusta quam in foliis caulinis duplo longiori, lamina vera tantum infra partem rotundam lævi, cellulis rectangularibus lævibus, paraphysibus brevissimis. Flos masculus prope perichætium obsitus, foliis brevioribus tantum apice serrulatis, lamina dorsali infra medium vix producta. Capsula in pedicello geniculato pallido apice curvato, tenella, horizontalis vel ascendens, cylindrica. Peristomii dentes minuti ob vetustatem male cogniti.

Guadeloupe, sur les troncs d'arbres (L'HERMINIER, in herb. Schimper). Diffère des deux suivantes par l'habitat sur les écorces, par les tiges frondiformes ténues à la base, par l'inflorescence et par les feuilles à nervure atteignant le sommet.

On trouve dans les herbiers, sous le nom de *Fissidens corticola* Mont. (Ms.), le *Fissidens guyanensis* Mont.; mais comme le premier de ces noms paraît avoir été abandonné par l'auteur, il a paru que le nom de *corticola*, devenu libre, pouvait être donné à une autre espèce.

2. F. MARTINICÆ Besch. — Dioicus? cespitosus. Caulis elongatus 12-15 mill. longus, supra basin parce innovans, rufoviridis. Folia circa 15-30 juga, imbricata, linearia, lamina vera supra medium producta, lamina dorsali angusta, lamina apicali obtuse acuminata, immarginata, ob cellulas marginales hyalinas prominentes minute crenulata; cellulis alteris opacis rotundato-quadratis papillosis; costa flavide pellucida infra apicem evanida e medio flexuosa. Capsula.....

Martinique (BÉLANGER, 1849, in herb. Montagne, sub *F. maschalantho* Mont., sed diversus); sur la terre (HAHN).

3. F. NIGRICANS Sch., in herb. — Dioicus, caulis repens nigricans superne assurgens, luteus, simplex, 8-15 mill. longus. Folia madida erecto-patentia, apice recurva, multijuga, lanceolato-ligulata, margine serrulata ob cellulas prominentes,

lamina vera ultra medium producta, lamina dorsali brevi basi rotunda haud insertionem ad usque folii descendente, lamina apicali angusta obtuse acuminata, costa flavescente vel ætate nigrescente superne flexuosa sub apice continua; cellulis basilaribus quadratis obscuris parietibus pellucidis, cæteris opacis vix papillosis.

Guadeloupe, sur la terre (L'Herminier).

Diffère du *F. Martinicæ* par les tiges rampantes et noirâtres, par les feuilles à sommet obtus et plus recourbé, à nervure plus longue et à lame dorsale plus courte, plus large, très-arrondie à la base et ne descendant pas jusqu'à l'insertion de la feuille.

4. F. GUADALUPENSIS Sch. in herb. — Dioicus, laxe cespitosus. Caulis simplex, elatus, 10-15 mill. longus, inferne fuscescens, superne luteo-viridis. Folia sicca erecta dein squarrosa, sæpe uno latere dejecta, subscariosa, subnitida, madida erecto-patula, longe linearia, ligulata, curvata, lamina vera medium usque producta apice rotundata serrulata basi lævi, lamina dorsali basi rotundata lævi, lamina apicali obtuse acuminata superne recurva serrulata, costa infra apicem evanida lutescente; cætera ignota.

Guadeloupe, sur les pierres dans la rivière Rouge, 1025 m. altit. (Husnot, *Exsicc.*, n° 134).

Diffère du *F. Martinicæ* par son port plus élancé, ses feuilles beaucoup plus longues et plus larges, falciformes, plus épaisses et presque scarieuses.

B. Fructu laterali vel terminali, foliis integerrimis.

5. F. POLYPODIOIDES Sw.; Brid., II, p. 695; C. Müll., *Syn.*, I, p. 52; Mitten, *l. c.*, p. 585. — Planta habitu variabilis, simplex vel ramosa; folia nunc erecto-patula plano-distichia, nunc circinata uno latere fere dejecta; capsulæ pedicellum sæpe laterale, sæpius terminale; archegoniis haud raro paraphysibus destitutis vel parvis brevissimis hyalinis cinctis.

Guadeloupe (Funck et Schlimm, in herb. Mitten; L'Herminier in herb. Mus. Par., n° 25 et n° 4); talus ombragés et frais, au Matouba, bords de la rivière Rouge, à la Découverte (Husnot, *Exsicc.*, n° 133). Très-rare en fructification. — Martinique (in herb. C. Müller).

Jamaïque, Saint-Domingue, Cuba, Tovar, Colombie, Mexique, Équateur

Trib. IV. — POTTIACEÆ.

Fam. I. — SYRRHOPODONTEÆ.

Gen. I. — CALYMPERES Sw.

Sect. Hyophilina Mitt.

1. C. Richardi C. Müll., *Syn.*, I, p. 524; Mitt., *l. c.*, p 127.

Guadeloupe (in Catal. Wickström †).

2. C. Guildingii Hook. et Grev.; Mitt., *l. c.*, p. 128.

Guadeloupe (L'Herminier); sur les arbres du versant occidental de la Découverte, fruits rares (Husnot, *Exsicc.*, n° 135).
Ile Saint-Vincent.

Sect. Hymantophyllum Mitt.

3. C. lonchophyllum Schw.; C. Müll. *Syn.*, I, p. 526; Mitten, *l. c.*, p. 129.

Guadeloupe (L'Herminier). — Martinique (Bélanger, in herb. Montagne).
Porto-Rico, Trinidad, Venezuela, Guyane.

Gen. II. SYRRHOPODON Schgr.

1. S. ligulatus Mont., *Syll.*, p. 49; Mitt. *l. c.*, p. 116. — *S. albo-virens* Sch. Ms. in herb.

Guadeloupe (L'Herminier, stérile, in herb. Schimp.).
Se rapproche beaucoup du *S. Gaudichaudi* Mont., mais en diffère, à ne considérer que les organes végétatifs, les seuls que j'aie eus à ma disposition, par le sommet arrondi des feuilles et par la partie diaphane de la base des mêmes feuilles, qui, dans le *L. ligulatus*, est elliptique, tandis qu'elle est obovale dans le *S. Gaudichaudi*.

2. S. Gaudichaudi Mont., *Ann. des sc. nat.*, 2ᵉ sér., II, p. 376; C. Müll., *Syn.*, I, p. 542; Mitten *l. c.*, p. 116.

Guadeloupe (Beaupertuis, 1839, stérile, associé à *Octoblepharum albidum* Schgr., in herb. Mus. Par.).
Cuba, Brésil.

3. S. SCHWANECKEANUS C. Müll., in *Bot. Zeit.*, 1855, p. 763; Mitt., *l. c.*, p. 116. — *S. flavescens* Hpe (non C. Müll.). — Capsula in pedicello brevi recto flexuoso erecta, cylindrico-elliptica, tenella, vernicosa; peristomii dentibus brevibus rufulis.

Guadeloupe (DUCHASSAING, n° 19, in herb. Mus. Par.). — Martinique (ex dono Grateloup, n° 20, in herb. Montagne).

Forma major : Caulis uncialis, ramosus, bifurcatus, obscure viridis.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimp.).

4. S. CALYMPERIDIANUS Besch. — Dioicus, late cespitosus, prostratus, rufulus. Caulis brevis, subsimplex, dense foliosus, erecto-flexuosus. Folia inferiora minora, superiora longissima, comalia subhamata 15-25 mill. longa, omnia e basi angusta nitida elliptica, ligulata, loriformia, marginibus planis, limbo angusto hyalino integerrimo circumducta, apice abrupte spiculoso-serrata, dorso papillosa, costa sub apice evanida pallide viridia papillosa; cellulis hyalinis totam partem ellipticam occupantibus, superioribus quadratis, opacis, papillosis.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimp., sub *S. flavescente* Hpe). Voisin du *Calymperidium Mulleri* Dz. et M., de Java, mais différent par les feuilles plus longues, plus étroites, moins rigides et garnies de très-fortes papilles sur les deux faces et de spicules au sommet; se rapproche aussi beaucoup du *S. Schwaneckeanus* Müll., dont il s'éloigne cependant par les feuilles comales, qui sont trois ou quatre fois plus larges.

Le *Calymperes tenuifolium* Sull., de Cuba, paraît offrir une grande analogie avec notre plante; mais la description qu'en donne l'auteur (in *Proceed. Amer. Acad.*, 1861, p. 280) est trop incomplète pour qu'on puisse l'y rapporter avec certitude.

5. S. HUSNOTI Besch. — Laxe cespitosus, caulis flexuosus, uncialis vel major, simplex vel parce ramosus, inferne rufulus, superne albicans nitidus, senior rufulus, valde fragilis, remotifolius. Folia basi anguste vaginantia, erecta, dein anguste lanceolata, patentia erecto-patentiave, flexuosa, a medio fere ad

apicem anguste limbata, limbo albido, longe setacea acuta, 10-12 mill. longa, integerrima, tantum apice spiculosa; costa percurrente apice parce spiculosa; cellulis infernis e costa ad marginem late quadratis hyalinis dein chlorophyllosis, marginalibus basi angustissimis hyalinis, supra cartilagineis obscuris, superioribus minoribus quadratis vel quadrato-rotundis obscuris papillosis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par.). — Martinique, montagne Pelée, sur les troncs d'arbres (Husnot, *Exsicc.*, nº 123, sub *S. setaceo*).

Cette espèce se rapproche par le port du *S. lævigatus* Mitt. et du *S. tristichus* Nees; mais elle en diffère au premier abord par les feuilles sétacées, flexueuses, denticulées au sommet et deux fois plus longues, par les tiges beaucoup plus longues, d'un blanc roussâtre soyeux. Elle offre un intermédiaire entre les *S. Calymperidium* et *S. flavescens* Hpe (*S. Schwaneckeanus* C. Müll.), mais elle s'éloigne des deux par la ténuité des tiges et des feuilles, par la couleur argentée de la gaîne, ainsi que par les feuilles cuspidées, beaucoup moins papilleuses sur le revers.

6. S. subviridis Besch. — Caulis crassus, albide viridis, 10-15 mill. longus, prostratus. Folia basi subovata, pellucida, late longeque reticulata, longe attenuata, erecta, dein divaricata, subcanaliculata, apicalia erecta flexuosa, e medio ad apicem albide anguste marginata, integra, apice et infra spiculoso-serrata, dorso spiculoso, costa ubique spiculoso-papillosa.

Guadeloupe, troncs pourris, forêt de Choisy et forêt de la Découverte (Husnot, nº 122, sub *S. flavescente*).

Voisin du *S. Husnoti* par la forme et le tissu des feuilles, mais très-différent par le port, par la couleur et par les tiges plus feuillées et moins fragiles; s'éloigne du *S. flavescens* Hpe (*non* C. Müll.) par les feuilles d'un vert pâle à longue gaîne blanche, plus larges, plus obovées et à nervure garnie de longues spicules sur les deux faces.

Sect. Orthotheca.

7. S. circinatus Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 446, sub *Dicrano;* Mitt., *l. c.*, p. 122. — *S. sordidus* C. Müll. ,, I, p. 537.

Guadeloupe, sur les troncs d'arbres (herb. De Candolle) †.
Nouvelle-Grenade, Venezuela.

8. S. LYCOPODIOIDES Brid., sub *Orthotheca;* C. Müll., *Syn.*, I, p. 538; Mitt., *l. c.*, p. 123.

Guadeloupe (BERTERO, WICKSTRÖM, in Catalog., sub *Dicrano;* L'HERMINIER); la Découverte (HUSNOT, *Exsicc.*, n° 151).—La Martinique, montagne Pelée (HUSNOT).

Jamaïque, Porto-Rico, Trinidad, Saint-Domingue, Nouvelle-Grenade, Équateur, Brésil.

9. S. BADIUS Sch. in herb. — Laxe cespitosus, nigricans. Caulis uncialis, crassus, ramis fasciculatis semiuncialibus adscendentibus vel siccitate incurvis. Folia firma intricate circinata, madida erecto-patentia, superiora stellatim patula, e basi angusta erectiore vaginante obovata, dein lanceolata, apice obtusa parce crenulata vel subdenticulata, marginibus integerrimis limbo angusto concolori, costa percurrente rufa; cellulis e medio ad apicem quadratis crassiusculis incrassatis, versus basin ad margines descendentibus, cellulis hyalinis haud partem totam erectam occupantibus.

Guadeloupe, sur la terre, dans la vallée Saint-Louis (HUSNOT, *Exsicc.*, n° 195, stérile).

10. S. ANDROGYNUS Mont., sub *Calymperi.* — *S. longisetaceus* C. Müll., *Syn.*, I, p. 535.— *S. rigidus* Hook. et Grev.; Mitten, *l. c.*, p. 123.

Guadeloupe (PERROTTET; L'HERMINIER, n° 15, in herb. Mus. Par.); sur les roches, aux bords de la rivière Rouge (HUSNOT, *Exsicc.*, n° 193). — Martinique, montagne Pelée, sur les troncs d'arbres (HAHN, n^{os} 1070 et 1438; (HUSNOT, *Exsicc.*, n° 138).

Porto-Rico, Trinidad, Saint-Vincent, Guyanes, Nouvelle-Grenade.

Cette Mousse paraît fructifier très-bien à la Guadeloupe, tandis qu'elle n'est représentée à la Martinique qu'à l'état sporulifère. Les feuilles présentent de grandes variations : tantôt la nervure dépasse le limbe, qui est échancré de chaque côté, tantôt elle disparaît au-dessous du sommet; dans les feuilles sporulifères les deux marges sont confluentes et forment ainsi un cylindre très-long chargé à l'extrémité de sporules plus ou moins développées.

Fam. II. — TRICHOSTOMEÆ.

Gen. I. — TRICHOSTOMUM Hedw.

T. MICROCARPUM Sch. — Dioicum, cespites latissimi et densissime expansi, fragiles. Caulis 1 cent. altus inferne fuscescens, superne pallide v. glauco-viridis, subnitidus. Folia sicca incurva, subspiraliter contorta, mollia erecta, ligulato-lanceolata, obtuse acuminata, marginibus incurvis apice subcucullatis, costa lata pallida in mucronem acutum attenuata; cellulis basi hyalinis, rectangularibus, medio quadratis obscuris parietibus pallescentibus apice minutissimis opacis inter se haud conspicuis. Capsula in pedicello 2 mill. longo tortili, erecta, minutissima, globosa vel ovato-globosa, rufa. Operculum oblique conicum rostratum capsulam subæquans. Peristomium?.

Guadeloupe : capsules très-rares (L'HERMINIER). — Martinique (HAHN), stérile.

Échantillons nombreux, mais ne renfermant qu'une seule capsule. Mousse voisine du *T. crispulum*, dont elle diffère au premier abord par les capsules brièvement pédicellées et aussi petites que celles de l'*Anacalypta Starkeana*.

Subg. RAMPHIDIUM Mitt., *Musc. austro-amer.*, p. 45.

T. DICRANELLOIDES Sch., in C. Müll., sub *Leptotricho*, *Syn.*, II, p. 612. — *T. macrostegium* Sull., in *Musci cubens. Wright*. — *Ramphidium macrostegium* Mitt., *l. c.*, p. 45.

Guadeloupe (DUCHASSAING, in herb. Schimp.).
Jamaïque, Cuba, Mexique, Équateur, Brésil.

Gen. II. — BARBULA Hedw.

Sect. HYOPHILADELPHUS C. Müll.

1. B. AGRARIA Sw.; Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 533; C. Müll., *Syn.*, I, p. 604; Mitt., *l. c.*, p. 167.

Guadeloupe (Catalog. WICKSTRÖM, sub *B. agraria*, *B. domestica* Brid., *B. latifolia* Brid.); sur les murs (BALBIS, in herb. Montagne, sub *B. pel-*

lucida Hook., et in herb. Husnot, sub *B. lineari*; Forsström, in herb. Montagne et Lindberg; Duchassaing, 1847, nº 13, in herb. Mus. Par.).

Obs. — C'est à tort que Bridel (*loc. cit.*) indique que la capsule de cette Mousse est dépourvue d'anneau; les échantillons que j'ai eus sous les yeux m'ont toujours offert des capsules annelées, même ceux qui ont été communiqués à Bridel par Balbis.

Antilles, Jamaïque, Saint-Thomas, Cuba, Guyane.

2. B. Husnoti Sch. in herb. — *B. agrariæ* similis. Caulis dense foliosus. Folia e basi longa attenuata, apice spathulato-acuta, concaviuscula, cellulis ubique chlorophyllosis parietibus rufescentibus limitatis. Folia perichætialia convoluta ut in caulinis rufescente crasse costata, apice erosa, margine late pellucido, cellularum parietibus angustissimis. Capsula leptoderma, peristomii dentibus albicantibus, annulo minuto fugaci. Calyptra dimidiam capsulam æquans.

Guadeloupe, sur les murs, à la Basse-Terre et au pont de la rivière Noire (Husnot, *Exsicc.*, nº 139). — Martinique, canal Gueydon (Husnot).

Trib. V. — GRIMMIACEÆ.

Fam. I. — HEDWIGIEÆ.

Gen. — HARRISONIA Spr.

H. Humboldtii, Spreng.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 102, sub *Neckera*. — Mitt., *l. c.*, sub *Hedwigia*, p. 407. — Lindberg sub *Rhacocarpo*. !

Guadeloupe (Forsström, Lesueur, in herb. Mus. Par.); au milieu des touffes de *Sphagnum* (L'Herminier, nº 27 *ex parte*); morne de la Découverte, sur la terre, 1200 m. altit. (Husnot, nº 171).

Nouvelle-Grenade, Mexique, Saint-Christophe, Chili, Hermit's island, Fuegia.

Fam. II. — ORTHOTRICHEÆ.

Gen. — MACROMITRIUM Brid.

Sect. Goniostoma Mitt.

1. M. insularum Mitt., *l. c.*, p. 200. — Capsula sicca striata, ore coarctata, minuta; peristomii simplicis dentibus brevibus,

infra orificium jam distantibus, obtusis, obsolete trabeculatis. Calyptra lævis.

Guadeloupe (Parker, in herb. Hooker, ex Mitten; L'Herminier, in herb. Mus. Par.); Matouba (Duchassaing, 1847, nº 7, in herb. Mus. Par.); camp Jacob (Husnot, *Exsicc.*[1], nº 145ª, sub *M. incurvifolio* H. et Grev.).

Sect. Leiostoma Mitt.

§ 1. Folia abrupte apiculata, obtusa. Calyptra nuda.

2. M. brevipes C. Müll., *Syn.*, I, p. 728; Mitt., *l. c.*, p. 202.

Guadeloupe (Bertero); sur la surface humide des rochers (Beaupertuis, in herb. Mus. Par.; L'Herminier); le Matouba, le Houelmont (Husnot, nº 142). — Martinique (Bélanger, in herb. Montagne); camp Balata (Husnot, nº 142), sur les arbres.

Trinidad, Porto-Rico.

Obs. — Les échantillons récoltés à la Guadeloupe par MM. Beaupertuis et L'Herminier offrent des capsules munies d'un péristome tronqué, réduit à une membrane très-courte qui dépasse cependant l'orifice capsulaire. Le *M. brevipes* est très-voisin du *M. mucronifolium* Brid.; comme ce dernier, il présente des feuilles ligulées à nervure canaliculée formant mucron au sommet; les cellules sont de même forme et de même consistance dans les deux espèces; la capsule est identique, tantôt ovale urcéolée, tantôt elliptique, dans les mêmes touffes; et quoique les auteurs indiquent ces deux espèces comme gymnostomes, elles offrent un péristome rudimentaire très-distinct, plus court dans les échantillons récoltés par MM. Bélanger et L'Herminier, plus long dans ceux de M. Beaupertuis. La seule différence est dans le port et surtout dans l'inflorescence : le *M. mucronifolium* a les fleurs mâles placées au sommet d'un petit rameau infra-périchétial, tandis que le *M. brevipes* a les siennes disséminées sur les nervures des feuilles de la tige fertile.

3. M. mucronifolium Schgr.; C. Müll., *Syn.*, I, p. 746; Mitten, *l. c.*, p. 202. — *Leiotheca mucronifolia* Brid., I, p. 729.

Guadeloupe (L'Herminier). — Martinique (Bélanger, 1857, in herb. Montagne).

Antilles, Saint-Vincent, Cuba, Trinidad, Barbades, Guyane française, Brésil.

4. M. Husnoti Sch. in herb. — Caulis repens, ramis erectis

brevibus 4-6 mill. longis crassis fusco-viridibus tomentosis. Folia sicca incumbenti-contorta, tantum in novellis innovationibus spiraliter contorta, madida erecto-patula, biplicata oblongo-lanceolata, obtuse acuta, late flavideque usque ad apicem marginata, integerrima, basi canaliculata, alis flexuosis, costa rubella in cuspidem late hyalinam flavam producta; cellulis rotundis punctiformibus ad marginem elongatis. Folia perichætialia paulo longiora apice angustiora; vaginula pilosa. Capsula in pedicello 7-10 mill. longo rubro apice torto erecta, ovato-cylindrica, sicca sub apice coarctata, eurystoma, basi attenuata, evacuata...? Operculum rectum, aciculare, capsula brevius. Calyptra nuda, straminea, nitida, alte multifida. Peristomii simplicis dentes erecti, truncati, sordide albidi.

Martinique, sur les arbres de la route de Saint-Pierre à Champflore (Husnot, *Exsicc.*, n° 145).

Se rapproche du *M. brevipes* C. M., par la forme et le tissu des feuilles, et du *M. contextum* Hpe par la forme de la capsule et du péristome.

§ 2. Folia sensim acuminata.

a. *Capsula lævis, calyptra nuda.*

5. M. cirrosum Brid.; C. Müll. *Syn.*, I, p. 732; Mitt., *l. c.*, p. 205.

Guadeloupe, troncs d'arbres, rivière de Goyave (L'Herminier, n° 12, in herb. Mus. Par.); camp Jacob (Husnot, n° 144). — Martinique (Bélanger, n° 878, in herb. Montagne).

Cuba, Porto-Rico, Panama, Brésil.

6. M. scoparium Mitt., *l. c.*, p. 206.

Martinique, montagne Pelée (Hahn, n° 1270).

Obs. — Les échantillons récoltés par M. Hahn sont stériles et ne permettent pas de rapporter avec certitude cette Mousse au *M. scoparium* dont elle se rapproche par la forme et le tissu des feuilles. C'est une des plus grandes espèces du genre; elle rappelle le *M. vernicosum* par le port ainsi que par la disposition, la forme et la couleur des feuilles, mais elle en diffère par les feuilles dentées en scie comme celles du *M. dubium*.

7. M. dubium Sch. in herb.; C. Müll., *Syn.*, I, p. 723; Mitten,

l. c., p. 207.—Peristomium duplex (!), dentibus externis tantum apice scabro liberis, cuspidatis, punctulatis, albidis, internis irregularibus connatis. Calyptra matura fusca, lævis, multoties alte lacerata.

Guadeloupe, sur les arbres (L'Herminier); la Découverte (Husnot, *Exsicc.*, nº 140).—Martinique, montagne Pelée (Husnot, nº 140).
Ile Saint-Christophe.

8. M. vernicosum Sch. in litt. — Cespites rufi dicranoides. Caulis repens ramis fasciculatis divisus. Folia caulina 8-9 mill. longa, sicca flexuosa vernicosa rufa nitentia, madiditate erecta, lanceolata, haud papillosa, longe cuspidata, integra vel obtuse crenulata, margine subplano vel basi parum revoluto; costa infra apicem evanida; cellulis rectangularibus tantum in apice longioribus angustioribusque. Folia perichætialia caulinis similia sed dimidio breviora. Capsula ovata, lævis, vernicosa, rufa, nitens. Operculum obliquum, breve. Peristomium...

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par.).
Paraît se rapprocher du *M. scoparium* Mitt., mais en diffère au premier abord par les feuilles caulinaires crénelées, non dentées en scie et par les feuilles périchétiales de moitié plus courtes que les feuilles caulinaires.

b. *Capsula plicata, calyptra pilosa.*

9. M. perichætiale Hook. et Grev., sub *Orthotricho;* C. Müll., *Syn.*, I, p. 733; Mitt., *l. c.*, p. 216.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimper); sur les arbres des bois, la Découverte (Husnot, nº 141). — Martinique; montagne Pelée (Husnot, nº 141).
Ile Saint-Vincent, Trinidad, Porto-Rico.

Species incertæ sedis.

10. M. fragile Mitt., *l. c.*, p. 218.—Dioicum, cespites lati densique, ramis longissime repentibus, fusco-viridibus, erectis, superne breviter ramulosis, fastigiatis cuspidatis. Folia laxe inserta, patentia, sicca adpressa, contorta, elliptico-lanceolata, latiuscule acuta vel breviter apiculata, carinata, fragilia, fere

semper diffracta, integra vel marginibus supra partem latiorem serrulatis; cellulis basilaribus ad margines elongatis limbum angustum formantibus, cæteris rotundatis, inferioribus hyalino-flavescentibus grosse papillosis, superioribus quadratis obscuris indistinctis; costa evanescente. Folia perichætialia juniora longiora usque ad medium latiora, dein ligulato-attenuata, ligula medio latiori ob margines plus minusve convolutos, contorquato-erecta. Archegonia numerosa, crassa, brevia, paraphysibus brevioribus cincta. Cætera mihi ignota.

Guadeloupe, associé au *M. brevipes* (Beaupertuis in herb. Mus. Par.). Brésil septentrional.

Trib. VI. — FUNARIACEÆ.

Fam. I. — PHYSCOMITRIEÆ.

Gen. — ENTOSTHODON Schgr.

E. Husnoti Sch. in herb. — Dense cespitosus, subsimplex, glauco-viridis vel fuscidulus. Caulis basi subnudus. Folia inferiora minuta ovata, superiora tortilia rosulata patula elliptico-lanceolata subspathulata, cuspidata, integra crenatave, costa infra apicem evanida; cellulis basilaribus late rectangularibus pellucidis, apicalibus brevioribus ovali-hexagonalibus, margine flavido. Capsula pedicello recto 2 cent. longo intense purpureo erecta, urceolato-piriformis, ruguloso-punctulata, eurystoma, badia, collo breve plicato. Operculum planum albicante-viride. Peristomii simplicis dentes fugaces, breves, obtusi, 4-5 articulationibus compositi, punctulati, rufi, linea divisurali haud notati. Calyptra apice fusca, basi truncata, integra vel ætate 2-3 laciniis divisa.

Martinique, sur la terre humide de la montagne Pelée, 1250 mètr. (Husnot, *Exsicc.*, n° 116); sur le bord des chemins (Hahn, n° 798).

Se rapproche de l'*E. Templetoni* par le port, mais en diffère par les feuilles moins obtuses, subdenticulées, par la capsule à orifice large, munie de dents plus courtes, plus larges et obtuses.

TRIB. VII. — BRYACEÆ.

Fam. I. — BRYEÆ.

Gen. I. — BRACHYMENIUM Hook.

B. SUBGLOBOSUM Sch. in herb. — Dioicum, cespitosum. Caulis gracilis, brevis vix 1 cent. altus, infra perichætium breviter innovans. Folia sicca adpressa, apice flexuosa, madida erecta, rufescentia nitida, anguste ovato-lanceolata, late acuminata, superne denticulata, marginibus e basi fere ad apicem usque involutis, costa lata rubella infra apicem latiusculum evanescente; cellulis basi irregulariter rectangularibus pellucidis, cæteris rhombeis utriculo primordiali impletis. Capsula in pedicello flexuoso rubello 2-3 cent. longo apice curvato, ovato-globosa, inclinata pendulave, badia, microstoma, collo brevi granuloso; operculo conico submamillato intense purpureo nitido. Peristomii dentes externi latiusculi, breves, rugulosi, grisei, remote trabeculati, interni truncati breviores. Planta mascula nitida inter fœmineas mixta; perigonio subdiscoideo e foliis externis longioribus apice denticulatis late costatis, internis valde brevioribus concavis ovatis breviter acuminatis integris coloratis formato; antheridiis magnis, paraphysibus clavatis latis luteis.

Guadeloupe (DUCHASSAING, in herb. Mus. Par.); dans les terrains caillouteux des bords de la rivière Rouge (HUSNOT, *Exsicc.*, nº 149).

Très-voisin du *Bryum* (*Acidodontium*) *subrotundum* H. et Wils. (*Bryum Taylori* C. M.), mais différent par la forme des feuilles, qui rappelle celle des *Webera*.

Gen. II. — WEBERA Hedw.

W. MNIOIDES Sch. in litt. — Dioica, gregaria, nigrescens, *W. Tozzeri* satis similis. Caulis semiuncialis, erectus, infra perichætium fasciculate innovans, radiculosus. Folia juniora luteo-viridia, seniora nigrescentia opaca, patula, obovato-lanceolata vel ovata, superiora erectiuscula, flexuosa, latiora, breviter acuminata, marginata, integra vel subdenticulata; costa purpurea sub apice evanida; cellulis superioribus rhombeis utriculo primordiali repletis, inferioribus elongato-hexagonis, marginalibus 4-5 angustioribus longioribus obscurius tinctis. Planta mascula? Capsula solitaris vel gemella, in pedicello vinoso apice incurvo, horizontalis vel inclinata, clavato-piriformis, senior macrostoma, collo quam sporangio breviore, operculo late conico, obtuse acuminato subcurvirostri. Peristomii processus dentibus æquilongi, sæpe fissi vel inter articulationes hiantes, papillosi; ciliis singulis valde brevioribus.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Shimp.).

Gen. III. — BRYUM L.

Sect. Eubryum.

1. B. pseudocapillare Besch. — Dioicum, dense cespitosum, fusco-viride. Caulis gracilescens, vix 1 cent. altus, parum innovans, basi tomentosus, ramulosus, innovationibus gracilibus apice rosulatis. Folia remota, torquescentia, brevia, longe ovato-lanceolata, acuminata, apice dentata, costa viridi basi fusca cum apice finiente, margine inferiore angusto e medio ad apicem usque limbato e cellularum duobus seriebus composito; cellulis aliis basi laxioribus rectangularibus, superioribus minoribus ovato-hexagonis utriculo contracto instructis, apicalibus pellucidis. Capsula in pedicello gracili purpurascente circiter 3 cent. longo apice curvato, horizontalis vel ob torsionem pedicelli ascendens, obconica, curvula, badia, collo longo plicato; operculo umbonato-apiculato purpureo nitente. Peristomium normale.

Martinique (Plée, in herb. Mus. Par.).

Semblable au *B. sordide* Hpe, mais en diffère dès l'abord par les feuilles dentées non cuspidées.

2. B. coronatum Schgr.; Brid. *Bryol. univ.*, I, 650; C. Müll., *Syn.*, I, p. 307; Mitten, *l. c.*, p. 310.

Guadeloupe (an potius Hispaniola?) ex Balbis (in herb. Montagne).

Jamaïque, Cuba, Haïti, Mexique, Guyane, Brésil, Chili, Pérou, Nouvelle-Grenade.

3. B. cavifolium Sch. — Cespites laxi e fuscescente lutei. Caulis uncialis, purpureus, filiformis, remotifolius. Folia mollia flexuosa valde remota patentia vel erecto-patentia, superiora erecta congesta longe ovato-lanceolata concava, apice late cucullata obtusa breviter mucronata, marginibus planis flexuosis integerrimis tantum summo subdenticulatis, costa basi rubella apice viridi; cellulis omnibus pellucidis elongatis parietibus tenuibus, ad marginem angustioribus. Cætera ignota.

Guadeloupe (Husnot; L'Herminier, in herb. Schimp.).

Sect. Erythrobryum.

4. B. rubrifolium Sch. in herb. — Dioicum, pusillum laxe cespitosum intense purpureum. Caulis brevissimus, breviter innovans. Folia anguste ovato-lanceolata, rigida, rubra, nitida, apice conglobata, subdenticulata, acuminata cuspidatave, costa purpurea basi crassiore apicem attingente vel parum excedente; cellulis anguste rhombeis parietibus angustis rubellis utriculo primordiali sæpe repletis. Capsula in pedicello vix 1 cent. longo flexuoso rubro, oblongo-ovata, horizontalis vel inclinata, eurystoma, collo tumido haud corrugato, operculo umbonato lato breviter apiculato purpureo. Peristomii dentes externi lanceolati acuminati apice lutescentes, interni carinati e medio ad versus apicem hiantes, tântum apice coadunati flavescentes; ciliis brevioribus.

Guadeloupe, rochers des bords de la rivière Noire et de la rivière Rouge (Husnot, *Exsicc.*, nº 150).

Se rapproche par le port des *B. microchæte* Hpe et *B. remotifolium* Hpe; mais s'en éloigne au premier abord par les feuilles d'un rouge pourpré, ainsi que par la nervure et par les capsules obovées.

Sect. Rhodobryum Sch.

5. B. Antillarum Sch. in herb. — *B. grandifolium*. Tayl. ex parte. — *B. Polla rosea* var. *Domingense* Brid. — Dioicum, *B. roseo* affine. Caulis basi decumbens, inde erectus parce divisus, 1-3 uncialis, inferne subnudus foliis sparsis minutis erectis, ruber, tomentosus, prolifer, 1-3 innovationibus con-

tinuatus. Folia inferiora rubella ovato-lanceolata concava a medio ad apicem denticulata, superiora fusco-viridia, seniora rubescentia, sicca corrugata, longissima (9-10 mill. longit., 5 mill. latit.) in rosulam laxam patulam congesta, subspathulata, acuminata, ad basin longe attenuatam laxe dein usque ad apicem acutum dense serrulata, dentibus acutis magnis spinosis flavescentibus, cellulis basilaribus longe hexagonis, cæteris brevioribus rhomboideis utriculo primordiali impletis. Capsula in pedicello 4 cent. longo fistuloso, arcuato-horizontalis, cylindrica, collo attenuato, operculo conico acuminato. Cætera desunt.

Guadeloupe, vallée de la rivière Duplessis (L'Herminier, n° 25, *ex parte*).

Très-voisin du *B. roseum* d'Europe. Son port lâche ; ses tiges fragiles, purpurines, noirâtres ; ses feuilles supérieures plus grandes, plus longuement atténuées à la base, à marge garnie de dents longues, aigües et plus fortes, l'en distinguent d'une manière notable.

Gen. IV. — RHIZOGONIUM Brid.

R. spiniforme L., sub *Hypno;* C. Müll., *Syn.*, I, p. 175, sub *Mnio.* — *Rhizogonium* Mitt.

Guadeloupe : sur les troncs pourris (L'Herminier, n° 7) ; la Découverte, chemin de la Soufrière (Husnot, n° 152).

Jamaïque, Antilles, Mexique, Amérique, Nouvelle-Calédonie, Java, etc.

Fam. II. — BARTRAMIEÆ.

Gen. I. — PHILONOTIS Brid.

1. P. tenella C. Müll., *Syn.*, I, p. 481, sub *Bartramia; Philon. Muehlenbergii*, var. β *tenella* Brid., II, p. 23. — *Bartramia tenella* Mitt., *l. c.*, p. 257.

Martinique (Bélanger, 1855, in herb. Montagne) ; idem, 1857, n° 499, sub *P. uncinata*) ; Fort-de-France, sur la terre (Husnot, *Exsicc.*, n° 146, sub *P. sphæricarpa*).

Jamaïque, Haïti, Saint-Christophe, Cuba, Trinidad, Porto-Rico, Nouvelle-Grenade, Pérou, Brésil.

2. P. Berteroana C. Müll., *Syn.*, I, p. 485, sub *Bartramia* var. β *flaccida*. — *Philonotis fontana* var. δ *lanata* Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 21. — Caulis erectus fere basi ad apicem radiculosus, uncialis longiorque, simplex vel parce ramosus, ramis gracilibus laxis flexuosis. Folia patentia laxe disposita, flavicante viridia, elongato-angusteque lanceolata, cuspidata, marginibus revolutis, serrata; cellulis omnibus hyalinis papillosis, papilla unica apicali instructis; costa infra apicem evanida.

Guadeloupe, la Soufrière, près des sources (Bertero in herb. Montagne; Balbis, in herb. Brébisson, sub *Hypno graminicolore* non Schgr.; Husnot, *Exsicc.*, n° 147, *ex parte*).

Cette Mousse stérile que Bridel rapporte comme variété au *P. fontana*, se rapproche davantage du *P. marchica* par le port et par la forme et le tissu des feuilles. On n'a reçu jusqu'ici de la Guadeloupe que les *P. uncinata* et *P. sphæricarpa*, et ni l'un ni l'autre ne se rapportent aux échantillons de Bertero que Balbis avait envoyés à Montagne et à de Brébisson.

3. P. sphæricarpa Schwg., sub *Bartramia;* Hedw. *Musc. frond.*, III, tab. 38; C. Müll., *Syn.*, I, p. 481; Mitt., *l. c.*, p. 261.

Guadeloupe (L'Herminier, échantillons stériles en touffes lâches et longues de 1 à 4 centimètres). — Martinique (Bélanger, n° 493, in herb. Montagne).

Jamaïque, Saint-Vincent.

4. P. uncinata Schgr., sub *Bartramia;* Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 25; C. Müll., *Syn.*, I, p. 476.

Guadeloupe : la Soufrière (Richard, Duchassaing), 1847; sur le sol dénudé et humide (L'Herminier, 1862 et 1866, n° 14); savane aux Ananas, rivière Rouge (Husnot, n° 147). — Martinique (Richard, in Bridel in herb. Montagne); route de l'Alma, sur les talus des endroits très-humides et très-élevés, CCC, (Hahn, 1869, n° 770); forêt de la Trinité (Bélanger, Hahn, n° 1485); camp Balata (Husnot).

Saint-Vincent (Hooker ex Mitten).

Nota. — M. Ch. Müller rapporte au *P. uncinata* Schgr. la var. δ *dealbata* du *P. fontana* Brid.

Gen. II. — BREUTELIA Sch.

1. B. scoparia Schwg., sub *Bartramia;* C. Müll., *Syn.*, I, p. 490; Mitt., *l. c.*, p. 264.

Guadeloupe : la Soufrière (Lesueur, in herb. Mus. Par.; L'Herminier, n° 9 *bis*), stérile; chemin du Matouba, la Découverte, la Soufrière (Husnot, n° 164), stérile. — Martinique (Bélanger, 1859, n° 365, in herb. Mus. Par.); montagne Pelée (Husnot).

2. B. tomentosa Sw., sub *Bryo;* C. Müll., *Syn.*, I, p. 488, sub *Bartramia;* Mitt., *l. c.* p. 263.

Guadeloupe, bords du chemin, savane aux Ananas, alt. 990 m. (Husnot, n° 148).
3,300 ft.

Jamaïque, Venezuela, Nouvelle-Grenade, etc.

Trib. VIII. — POLYTRICHACEÆ.

Gen. I. — POGONATUM Brid.

1. P. tortile Sw., sub *Polytricho*, in *Fl. Ind. occid.*, III, p. 1839; C. Müll., *Syn.*, I, p. 215; Mitt., *l. c.*, p. 108.

Cette espèce est indiquée aux Antilles : par Swartz à la Jamaïque, par Sullivant à Cuba, et par M. Lindberg à la Guadeloupe, où elle aurait été récoltée par le Rév. Forsström (in *Notiser ur Sällskapets pro fauna et flora fennica*, IX, 1867, p. 101). Les échantillons recueillis à la Guadeloupe et à la Martinique par MM. Beaupertuis, Plée, L'Herminier et Hahn, et qui se trouvent dans les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris sous le nom de *P. tortile* Sw., quoique offrant les caractères généraux de la Mousse de la Jamaïque dont j'ai eu, grâce au bienveillant concours de MM. Nylander et Angström, un exemplaire authentique, présentent des différences assez notables pour qu'il ne soit pas possible de les confondre avec le type de Swartz. Ainsi, dans le véritable *P. tortile* de la Jamaïque, les tiges de même que les pédicelles ont à peine 2 centimètres de longueur; les feuilles sont courtes, plus larges à la base, laquelle est brièvement ovale; la marge est garnie de dents hyalines courtes composées d'une seule cellule faisant saillie; la capsule est globuleuse, dressée, à peine inclinée : tandis que dans les échantillons de la Guadeloupe et de la Martinique les tiges ont jusqu'à 10 centimètres de longeur; les feuilles sont ou courtes ou très-longues, à base plus ou moins large, à dents composées d'une seule cellule hyaline ou de plusieurs cellules de couleur roussâtre ; les capsules, portées sur des pédicelles de 2 à 4 centimètres, sont, à l'état sec, cylindriques, ovoïdes-allongées, et à l'état humide, inclinées, souvent horizontales. Les seuls caractères qui leur soient communs sont une capsule entièrement verruqueuse, un péristome identiquement conformé, et des feuilles à réseau semblable, à face supérieure garnie presque entièrement de 30 à 40 lamelles non « *a duplici serie solum cellularum* » (Lindb., *l. c.*), mais « *a 4-plici serie cellularum constructæ* ». Mais comme les échantillons sont en assez mauvais état pour la plupart, je crois devoir rapporter les deux formes suivantes comme sous-espèces à l'espèce type de la Jamaïque ; les autres me paraissent devoir former des types distincts voisins des *P. semi-nudum* Mitt. et *P. purpurascens* Hpe.

Subsp. 1. P. GLAUCINUM. — Caulis simplex, fertilis 1-6 cent. altus, basi nudiusculus, apice clavatus, foliosus, glaucus v. viridi fuscus. Folia madida erecto-patula, sicca laxe contorta subundulata, brevia, vix 5 mill. longa, plana, basi subattenuata latiora pellucida, inde lanceolata fere omnino lamellis obtecta, e medio ad apicem denticulata, dentibus mediis brevibus cellula unica hyalina compositis, costa lutescente dorso tantum apice parce dentata ; cellulis infimis longioribus parum incrassatis. Capsula in pedicello 2 1/2-3 cent. longo tortili rubello urniformis, adscendens v. pedicello torto horizontalis, undique verrucosa, vix costata. Calyptra longa, straminea.

Martinique (HAHN, n° 776, in herb. Mus. Par.).

Diffère du *P. crispulum* par les tiges moins claviformes, les feuilles beaucoup plus courtes, planes, à dents marginales composées d'une seule cellule hyaline peu saillante ; s'éloigne du *P. tortile* Sw. par sa capsule ovoïde-allongée, à plis bien distincts, par les feuilles à base plus allongée, à nervure garnie sur le dos, depuis le milieu, de nombreuses dents roussâtres disposées sur deux séries.

Forma foliis magis patulis, mollioribus, acute dentatis, cellulis basilaribus longioribus.

Martinique, avec la forme type (HAHN).

Subsp. 2. P. HUSNOTIANUM. — *P. tortili* affine, sed caule elatiore, foliorum dentibus erectis adpressis, capsula longiore sicca cylindrica inclinata horizontalive magis plicata, differt.

Guadeloupe et Martinique (HUSNOT), n° 153.

2. P. CRISPULUM Besch. — Caulis erectus 5-9 cent. longus, fuscescens, plerumque simplex, interdum sub perichætio innovans, basi parce, medio laxe, apice clavatus densiusque foliosus. Folia sicca basi erecta dein erecto-patentia, arcuato-contorta, fusco-viridia, madida erecta, mollia, leviter horizontaliterque crispa, basi latiora breviora ovato-lanceolata, acuminata, marginibus involutis, a medio ad apicem dentibus e cellulis pluribus compositis acute serrata, lamellis numerosis, inter margines pellucidiores folio medio 40-20, apice 5-4 longitudinaliter striata, costa fuscescente tantum apice dorso crasse serrata; cellulis quadratis, basilaribus paulo longioribus, sæpius incrassatis subfuscis. Folia perichætialia lanceolata duplo longiora. Capsula in pedicello 2-3 cent. longo tortili ovato-globosa, sub ore valde constricta, sæpius ovato-cylindrica, horizontalis vel adscendens, undique papillosa, eurystoma, 5-6 plicata. Calyptra subferruginea, longe decurrens.

Guadeloupe : montagne du Matouba (BALBIS et LENORMAND, in herb. Montg. ; DUCHASSAING, in herb. Mus. Par.) ; hauts plateaux de la Soufrière, sur les talus escarpés des chemins (L'HERMINIER, 1862, n° 3, sub *P. crispo*, in herb. Mus. Par.).

Plante à port très-variable, très-voisine du *P. glaucinum*, mais différente par les tiges plus nettement claviformes, par les feuilles plus longues (7-9 mill.), à marges convolutées du milieu au sommet et garnies sur leurs bords de fortes dents composées de 2-3 cellules saillantes. Diffère du *P. tortile* Sw. (de la Jamaïque), par des feuilles beaucoup plus larges, à cellules basilaires opaques et à dents marginales pluricellulées, ainsi que par les capsules ovalés-cylindriques parfaitement plissées.

3. P. LAXIFOLIUM Besch. — Caulis erectus, 7-10 cent. altus, basi tomentosus, paucifolius, clavatus, foliosus, nigrescens. Folia laxa, lanceolata, basi vix latiora, erecta dein horizontalia, undulata, madida erecta, mollia, inferiora et superiora minora, marginibus flexuosis sub apice convolutis canaliculatis, e medio magis serratis, dentibus acutis fuscis magnis cellulosis, dorso supra medium dentato, in facie superiore 30-40 apice 5-6 lamellis obtecta. Perigonia perigyniaque ignota.

Guadeloupe, bords des ravines, au pied de la Soufrière (Beaupertuis, 1839, in herb. Mus. Par.).

Diffère du *P. crispulum* par un port plus robuste, par les tiges d'un roux noirâtre, par les feuilles lâchement étalées, contournées, à marges involutées au sommet, fortement dentées en scie.

4. P. Pleeanum. — Dioicum; habitu *P. purpurascentis.* Caulis 5-10 cent. altus, basi subnudus, microphyllus, apice densius foliosus, simplex, sub perichætio innovans, innovatione unica vix unciali. Folia caulina longa, basi latiora, lanceolata, firma, sicca adpressa plus minusve contorta, madida erecto-patentia, basi integra, subvaginantia, plana, superne convoluta, obtuse acuminata, a mèdio ad apicem serrato-spinulosa, dentibus acutis magnis, lamellis numerosissimis (45-50), costa fuscescente dorso duplicato-spinosa; cellulis omnibus quadratis, basilaribus paulo longioribus dein brevibus. Capsula pedicello 3-4 cent. longo flexuoso tortili sæpe geminato ob innovationem pseudo-laterali ovato-cylindrica, sæpe arcuata, horizontalis, undique papillosa, plicata, eurystoma. Peristomii dentes breves purpurei marginibus latis decoloratis hyalinis. Operculum.? Calyptra longa, intense ferruginea. Planta mascula e centro perigonii innovans, longior, foliis caulinis brevioribus latius ovato-lanceolatis, cellulis basi longe rectangularibus; foliis perigonialibus externis latissime cordatis concavis ad apicem tantum dentatis, dense lamellosis obtuse acuminatis.

Martinique (Plée, n° 869, in herb. Mus. Par.).

Diffère du *P. purpurascens* Hpe, dont il se rapproche le plus, par les feuilles plus acuminées, garnies à la marge de dents spiniformes aiguës, plus fortes, et sur la face antérieure de lamelles plus nombreuses; la capsule est en outre entièrement papilleuse.

MUSCI PLEUROCARPICI.

TRIB. I. — NECKERACEÆ.

Fam. I. — CRYPHÆEÆ.

Gen. I. — CRYPHÆA Mohr.

C. RAMOSISSIMA Sch. in herb. — *C. Lechleri* Sendt.

Guadeloupe (L'HERMINIER). L'échantillon unique, trouvé entre des touffes de *Lepidopilum*, semble devoir être rapporté au *C. ramosissima* tant par le port des tiges que par le tissu des feuilles.

Fam. II. — NECKEREÆ.

Gen. I. — PHYLLOGONIUM Brid.

P. FULGENS Sw., sub *Hypno*. — *Phyllogonium* Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 671; C. Müll., II, p. 2; Mitt., *l. c.*, p. 423.

Guadeloupe (L'HERMINIER, échantillons nombreux, mais stériles; HUSNOT, *exsicc.*, n° 154). — Martinique (DUPERREY, 1825; PLÉE, BÉLANGER, 1857, in hb. Mus. Par.; HAHN).

Cuba, Jamaïque, Porto-Rico, Nouvelle-Grenade et autres régions de l'Amérique équinoxiale.

Les échantillons qu'on rencontre dans les herbiers ne présentent le plus souvent que les sommités pendantes des rameaux secondaires. Dans ceux qui ont été récoltés par Plée, on en trouve avec la tige presque nue, revêtue çà et là de radicelles entremêlées de petites feuilles ovales, planes, entières et sans nervures; les rameaux primaires sont dressés, garnis de feuilles très-longues, distiques, et ont, avec ces dernières, 5 millimètres de largeur.

Gen. II. — NECKERA Hedw.

Sect. PARAPHYSANTHUS Spr.

1. N. DISTICHA Sw., Hedw.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 46; Mitten, *l. c.*, p. 451. — *Neckera retusa* Brid., *Bryol. univ.*, II, 243.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Mus Par.).

Grandes et petites Antilles; Nouvelle-Grenade, Chili, Brésil, Pérou.

2. N. UNDULATA Sw., Hedw., Brid.; C. Müll., II, p. 147; Mitten, *l. c.*, p. 452.

Guadeloupe (BERTERO); forêt de Choisy (HUSNOT, *exsicc.*, n° 155). — Martinique, camp Balata (HUSNOT).

Très-répandu dans les Antilles, dans les terres intertropicales jusqu'au Brésil; indiqué dans la Patagonie et aux îles Mariannes.

Gen. III. — PILOTRICHELLA C. Müll.

1. P. FUSCO-VIRIDIS? Hpe; Mitt., *loc. cit.*, 438, sub *Meteorio*.

Guadeloupe (L'HERMINIER, n° 13, *ex parte*).

Échantillons incomplets provenant des rameaux supérieurs et pendants, et qui rappellent, par la couleur et la forme des feuilles, le *P. fusco-viridis* Hpe, de la Nouvelle-Grenade.

2. P. LONGIPILA Sch. in herb. Mus. Par. — Caulis perlongus, crassus, semipedalis, flexuosus, pendulus, atro-fuscus superne pallide lutescens, nitidus; ramis 1-2 cent. longis horizontalibus remotis crassissimis clavato-acuminatis. Folia oblongo-ovata, excavata, cochleariformia, superne in cuspidem piliformem longissimam serrulatam divaricatam desinentia; costa infra apicem evanida; cellulis undique angustis linearibus, ad angulos quadratis ovatis obscuris. Cætera desunt.

Guadeloupe (L'HERMINIER, n° 46, in herb. Mus. Par., sub *Pilotricho longipilo* Sch., et *P. pilifero* Sch.; HUSNOT, sub *P. longifolio* Sch.).

Voisin par le port du *Neckera crassicaulis* C. Müll., de Java.

3. P. TURGESCENS C. Müll., *Syn.*, II, p. 171, sub *Neckera*; Mitt., *l. c.*, p. 440, sub *Meteorio*. — Rami elongati 15-20 cent. et ultra longi, firmi, irregulariter pinnatim ramulosi, ramulis distantibus 1-2 cent. longis cuspidatis rigidiusculis divaricatis raro attenuatis inferne fuscescentibus superne aurescenti-stramineis nitidis subvernicosis. Folia cochleariformia, late oblongo-ovata, excavata, acuminata, ecostata, marginibus integerrimis vel apice incurvis subserrulatis; cellulis angustis suberosis, ad angulos pluribus rotundis fuscis in orbem congestis.

Guadeloupe (L'Herminier in herb. Mus. Par., sub *Pilotricho aurescente* Sch.). C.M. (loc. cit. p. 563) says folii mucrone acuto

Quoique cette Mousse s'éloigne un peu par le port du *Neckera turgescens* C. Müll., il ne paraît pas possible, en l'absence des organes de fructification, de l'en séparer; elle offre un intermédiaire entre le *Neckera flexilis* C. Müll. et le *Meteorium quitense* Mitt.

Jamaïque, Mexique, Costa-Rica, Nouvelle-Grenade, Équateur.

Gen. IV. — POROTRICHUM Brid.

P. insularum Mitt., *Musci austro-amer.*, p. 464.—*Meteorium Husnoti* Sch., *Musc. Husnot.*—Planta speciosa, dendroidea 5-15 cent. alta, fulva vel subfusca, nitida, dioica? Surculus repens atro-fuscus. Caulis adscendens, primum simplex, uncialis vel major, foliis albicantibus cuspidatis integris remotis obtectus, dein bi-tripinnatim ramosus flabellatus, rami remoti, in plantis junioribus simplices oblique inserti æqualiter distantes ad apicem caulis decrescentes sæpe flagellis terminati, demum pinnati vel bipinnati vel sæpe medio innovationes bipinnatas emittentes. Folia ramea biformia, infima disticha complanata, oblique inserta, latiora, basi ovata, vix denticulata, uno latere inflexa, ligulata, obtuse acuminata, e medio ad apicem inciso-serrata, inter dentes serrulata, cætera angustiora acutiora brevioraque; cellulis basi anguste elliptico-hexagonis parietibus sinuosis, cæteris rhomboideo-hexagonis minoribus translucentibus; costa valida pallida viridi ultra medium evanida. Perichætia e parte superiore divisionis primariæ vel e ramis anticis oriunda, foliis externis patulis brevioribus ovato-cuspidatis denticulatis basi convolutis, internis longissimis erectis convolutis. Capsula in pedicello 5 mill. longo purpureo erecta, obovata, crassa, operculo conico oblique rostrato. Peristomii dentes lutei apice inflexi, interni longissimi cancellato-pertusi. Calyptra albida, cucullata, lævis.

Guadeloupe (Beaupertuis, stérile, in hb. Mus. Par.; Perrottet, ex Mitten); sur les troncs d'arbres, dans les bois élevés (L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *Pterobryo angustifolio*); morne de la Découverte (Husnot, *exsicc.*, n° 163, sub *Meteorio Husnoti* Sch.).— Martinique (Duperrey, 1825, in herb. Mus. Par.; Bélanger, n° 872, in coll. Montagne, sub *Hypno Neckeroideo* Hook.); piton du Carbet (Husnot, *exsicc.*, n° 163).

Saint-Domingue.

Mousse variant du vert pâle au roux foncé ; très-voisine du *P. variabile* Hpe.

Sect. PINNATELLA.

C. Müll., *Musc. Schweinfurth.*, in *Linnæa*, XXXIX.

2. P. PINIFORME Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 260, sub *Pilotricho.* — *Hypnum*, C. Müll., *Syn.*, II, p. 228. — *Porotrichum piniforme* Mitt., *l. c.*, p. 465 — *Homalia pendulina* Sch. Mss. — Dioicum ! Planta elegantissima, tenella, neckeroidea, pallide lutescens vel subfusa, haud nitida. Caulis primarius repens, radicellis foliisque squamiformibus obtectus, ramulis remotis erectis tenellis frondiformibus jam e basi semiunciali subnuda fere ramosis, haud simpliciter pinnatis sed bipinnatis, interdum biuncialibus, sæpius pedalibus et ultra, undique foliosis, ramis gracilibus remotis complanatis simplicibus aut irregulariter pinnatis ad apicem decrescentibus sæpe superne in filum longissimum desinentibus. Caulis secundarii folia inferne adpressa, latiora, subintegra, supra basin imbricata, disticha, patentia, late ovato-lanceolata, asymmetrica, basi uno latere inflexa, implana, caviuscula, obtuse acuminata, serrulata vel subdenticulata ; cellulis apice obsolete v. medio eleganter rhombeo-hexagonis, basi anguste rhomboideis flavescentibus ; costa concolore infra apicem evanida sæpe supra basin vel summo apice furcata. Perigynia e caule secundario exoriunda, minuta, foliis squamosis apice angustioribus, archegoniis paucis paraphysibus brevioribus cinctis.

Guadeloupe, la Madeleine, 900 mètres alt., sur les arbres (L'HERMINIER, in herb. Mus. Par., sub *Homalia pendulina* Sch.).

Mousse très-élégante, dont on ne connaît encore que les individus femelles. L'absence de capsules ne permet pas d'assigner à cette plante avec certitude une place dans les divers genres de Mousses pleurocarpes. Bridel la range parmi les *Pilotrichum*, entre les *P. flagelliferum* Brid. (*Pterygynandrum domingense* C. Müll.) et le *P. Pluvini* Brid. (*Leptodon* C. Müll.), avec lesquels elle n'a aucun rapport. M. Ch. Müller (*Syn.*, II, p. 228) la classe dans la section *Dendroglossophyllum* du genre *Hypnum*, qui comprend des espèces appartenant au genre *Porotrichum* Brid., et, à l'occasion d'un travail récent sur les Mousses recueillies par M. Schweinfurth dans le centre de l'Afrique, il la place avec deux espèces de cette région dans une nouvelle section de son genre *Hypnum*, à laquelle il donne le nom de *Pinnatella*, rappelant le port des Mousses qui en font partie. M. Mitten, de son côté (*loc. cit.*), lui assigne une place dans le genre *Porotrichum*. Quant à M. Schimper, il paraît, à en juger au moins par le nom qu'il a inscrit sur les Mousses de l'herbier du Muséum, la considérer comme une espèce d'*Homalia;* elle diffère cependant des espèces de ce dernier genre, en dehors du fruit, qui est inconnu, par le port, ainsi que par la forme irrégulière et le réseau des feuilles raméales. De toutes ces opinions, la meilleure est probablement celle du savant bryologue de Halle, qui, en créant une section spéciale pour cette Mousse et pour les *Hyp. rotundifrondeum* et *H. mixtum*, également stériles, a reconnu que ce qu'il y a de mieux à faire quand une Mousse ne peut être rattachée avec certitude à aucun des genres existants, c'est ou d'en créer un nouveau pour l'y placer, ou de constituer une section nouvelle dans un des genres dont les espèces s'en rapprochent le plus.

Fam. III. — METEORIEÆ.

Gen. I. — METEORIUM C. Müll.

1. M. NIGRICANS Hook., in Kunth, *Syn.*, sub *Hypno.* — *Isothecium nigricans* Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 363. — *Neckera* (*Pilotrichella*) *nigricans* Nees, C. Müll., *Syn.*, II, p. 132. — *Meteorium macranthum* Dz. et Molk., *Prodr. fl. Surinam*, p. 47, tab. XII. — *Meteorium nigricans* Mitt., *l. c.*, p. 433. — Dioicum. Caulis secundarius pendulus, pedalis, inferne e nigricante fuscus, superne e viride luteus, attenuatus, ramosus, ramis 6-10 mill. longis crassis turgescentibus teretibus simplicibus obtusis divergentibus sæpe arcuatis. Folia caulina adpressa, nitida, auriculata, rotundata v. orbicularia, cochleariformia, apiculata, apiculo recurvo, marginibus superne involutis denticulatis. Folia ramulina breviora, minus longe apiculata; costa tenuissima pallida sæpe obsoleta; cellulis angustissimis linearibus, alaribus ad angulos majoribus quadratis in maculam incrassatam congestis. Folia perichætialia majora basi lata, longissime attenuata, cuspidata, apice convoluta, ecostata, integerrima. Capsula immersa, magna, ovato-globosa.

Guadeloupe (L'HERMINIER).

Obs. — Les échantillons récoltés par M. L'Herminier à la Guadeloupe ne m'ont offert qu'une seule capsule déjà détruite, et il ne m'a pas été possible, dès lors, de me rendre compte de l'organisation de la coiffe ; mais il est probable qu'elle est mitriforme lobée, comme dans les échantillons recueillis à la Nouvelle-Grenade par M. Lindig (coll. n° 402), et par M. Spruce dans les Andes de Quito (collect. n° 1204). C'est par suite d'une connaissance imparfaite de cet organe que la Mousse qui nous occupe a été placée parmi les Mousses à coiffe cucullée par les anciens bryologues, et en dernier lieu dans le genre *Neckera*, Sect. *Pilotrichella*, par MM. C. Müller (*Syn. Musc.*), et Hampe (*Fl. Nouv.-Gren.*) ; et quoiqu'elle ait une grande analogie avec les *Pilotrichella*, elle doit faire partie du genre *Meteorium*, qui s'en distingue nettement par la coiffe mitriforme.

2. M. patulum Sw., sub *Hypno;* C. Müll., *Syn.*, II, p. 155, sub *Pilotricho;* Mitt., *l. c.*, p. 444.

Guadeloupe (L'Herminier, n° 47 et n° 48) ; forêt de Choisy, rivière Saint-Louis (Husnot, *exsicc.*, n° 168). — Martinique (Hahn, n° 1261, in herb. Mus. Par.) ; piton du Carbet (Husnot, *exsicc.*).

Échantillons stériles.

Saint-Domingue, Cuba, Mexique, Guyane, Équateur, Pérou.

3. M. guadalupense Sch. in herb. — Dioicum, *M. patulo* affine sed caule graciliore, ramis obtusis subnitentibus lutescentibus mollibus longissimis, foliis minoribus, inferioribus minus squarrosis, superioribus adpressis subintegris vel subdenticulatis.

Guadeloupe : bois de Bovine, Grande Terre (L'Herminier, n° 48, stérile).

Gen. II. — PILOTRICHUM P. B. emend.

Caulis primarius repens nudus, secundarius basi simplex stipitatus dein dendroideus frondiformis pinnatim ramosus vel ramosissimus. Folia concava cochleariformia, ovata, ovato-ligulatave, cellulis parvis rotundatis vel breviter ellipticis incrassatis, costis binis callosis dorso alatis cristatis vel in spinam acutam desinentibus. Capsula breviter pedunculata, æqualis, erecta. Calyptra parva, mitræformis, ramentosa pilosave. — *Pilotrichum*, sect. *Eupilotrichum*, C. Müll., *Syn.*, II, p. 177. — *Callicosta*, C. Müll., olim, in *Linn.*, XXI. — *Pilotrichum* Mitt., *l. c.*

1. P. CRYPHÆOIDES Sch. in herb. — Dioicum. Caulis secundarius 5-7 cent. longus, crassus, breviter stipitatus, rigidus, pallide viridis vel intense rufescens, laxe remoteque pinnatus, ramis plerumque simplicibus. Folia ovato-elliptica, imbricata, decurrentia, complicata, basi angusta, concaviuscula, apice plana acumine obtuso, marginibus serrulatis papillosis inferne revolutis, costis inæqualibus basi coalitis dein divergentibus, una longiore superne ramentosa v. aculeata, altera breviore lævi vix prominula. Folia perichætialia lanceolata, late acuminata, subserrulata, papillosa, subecostata. Capsula in pedicello breviore lævi tenella, ovato-cylindrica. Operculum apiculatum, badium. Calyptra minuta, lutea, basi laciniata, subhirta, pilis erectis. Peristomii dentibus internis brevibus filiformibus.

Guadeloupe (L'HERMINIER).— Martinique, camp Balata (HUSNOT, *exsicc.*, n. 158).

Antilles (PERROTET).

2. P. BIPINNATUM Schgr., sub *Neckera;* C. Müll., *Syn.*, II, p. 178; Mitt., *l. c.*, p. 388.

Guadeloupe (BERTERO; L'HERMINIER, nº 52).

Jamaïque, Trinidad, Guyane, Équateur, Pérou.

3. P. COMPOSITUM Sw., sub *Hypno;* C. Müll., *Syn.*, II, p. 178; Mitt., *l. c.*, p. 389.

Forma *elatior*, caulis secundarius viridi-fuscescens, 10-35 cent. longus, plerumque simpliciter pinnatus, ramis patentissimis simplicibus vel raro breviter pinnatis obtusis. Capsula in pedicello curvato erecta, eurystoma.

Guadeloupe, sur les troncs d'arbres au Matouba (L'HERMINIER).

Diffère du *P. Hahnianum*, dont il se rapproche le plus, par ses tiges moins ramifiées, d'un jaune roussâtre, ses feuilles caulinaires plus petites, obtusément acuminées et à nervures garnies de dents aiguës.

Jamaïque, Venezuela.

Les spécimens provenant de l'herbier de Swartz, que j'ai pu me procurer, sont stériles et ne représentent que la miniature de la Mousse récoltée par L'Herminier; les feuilles raméales sont plus concaves au sommet et les rameaux ne dépassent pas quelques millimètres. La Mousse du Matouba est peut-être une espèce distincte.

4. P. Hahnianum Besch. — Dioicum. Caulis secundarius 10-30 cent. altus, erectus, fusco-viridis, basi simplex, dein eleganter bipinnatus, ramis æqualiter distantibus distichis patulis siccitate flexuosis subpinnatis apice attenuatis plus minusve longis inferne et superne brevioribus medio 2-4 cent. longis, ramulis 5-10 mill. longis numerosis. Folia caulis secundarii madida erecto-patula, concava, sicca adpressa, pro genere maxima, late ovata, basi lata, paulum auriculata, apice concava subito cucullata longe mucronata, mucrone incurvo, marginibus superne recurvis integerrimis, costis fere æquidistantibus basi vix connatis, sub apice dorso obtuse lateque abruptis vix ramentosis, cellulis ovalibus ellipticisque lævibus. Folia ramea magis concava, multo breviora, folia ramulina brevissima. Flores masculi copiosissimi, gemmacei, e ramulis oriundi, foliis internis anguste v. ovato-lanceolatis marginibus recurvis, costis lævibus, externis minutis rotundato-ovatis, antheridiis magnis, paraphysibus numerosis articulatis longioribus. Planta fœminea fertilis minor, ramis quam in planta mascula brevioribus. Fructus rarissimi apicem versus caulium oriundi. Perichætium concolor foliis erectis anguste lanceolatis apice vix concavis longius cuspidatis, marginibus planis subintegris vel parum crenatis, cellulis longioribus, costis inæqualibus in foliis interioribus dorso late alatis, in foliis externis obsoletis. Capsula in pedicello eam æquante curvato lævi, cylindrica v. fere obconica eurystoma; vaginula longa cylindrica crassa. Peristomii dentes externi lati flavi, basi dense, apice laxe trabeculati, interni lati longiores purpurei imperforati. Operculum crassum, conicum, longe subulatum.

Guadeloupe (Beaupertuis, 1839, in herb. Mus. Par.; L'Herminier). — Martinique (Bélanger, 1857, n° 49, in herb. Mus. Par.); sur les arbres, (Hahn, 1869, n° 1061).

Une des plus grandes espèces du genre. Elle paraît différer du *P. procerum* Mitt., de l'île Saint-Vincent, par ses feuilles caulinaires non cordées à la base, par ses feuilles périchétiales non serrulées, et par le pédicelle lisse des capsules. Elle se rapproche du *P. compositum*, mais elle s'en éloigne au premier abord par ses tiges secondaires bipinnées presque jusqu'au sommet, ses rameaux dressés, étalés, et par ses ramules nombreux.

Forma *major*, planta robustiore, ramis patentioribus remotioribus 4-8 cent. longis; ramulis plerumque simplicibus 1-1/2 cent. longis.

Guadeloupe, la Découverte, vallée Saint-Louis (Husnot, nº 159), associé à *Pilotrichum Husnoti*.

5. P. Husnoti Sch. in herb. — Caulis secundarius inferne nudus, elongatus 10-25 cent. longus, bipinnatus vel tripinnatus, sæpe prolifer, fuscus, rubiginosusve, apice pallide flavus, ramis tenuissimis uncialibus vel minoribus copiosis apice obtusiusculis, ramulis tenuioribus parce divisis. Folia caulina erecto-patentia, cymbiformia, concava, excavata, obtuse acuminata, margine inferne recurvo longitrorsum fere subcrenulato; costis æqualibus dorso dentatis apice aculeiformibus late extantibus; cellulis ovoideis. Folia ramea minora. Folia perichætialia longe lanceolata, basi lata, apice cuspidata, integra, solum basi crenata, costis inæqualibus lævibus vix ad medium productis. Cætera desunt.

Guadeloupe, sur les arbres, la Découverte (Husnot, nº 159; L'Herminier, nºs 27 et 28).

6. P. Herminieri Sch. in herb. — Dioicum. Caulis stipitatus, basi nudus, dein frondiformis ad instar *Thuidiorum*, proliferus, 10-20 cent. longus, inordinatim ramosus et ramosissimus, 2-3 pinnatus, sordide fuscus vel nigrescentibus ramis ramulisque capillaribus flexuosis attenuatis. Folia caulina late ovata, concava, acuminata, costis paulo inæqualibus basi coalitis dorso late cristatis. Folia ramulea minora, costis inæqualibus dorso dentatis, marginibus crenulatis basi recurvis. Folia perichætialia ligulata, cuspidata, integerrima, interna obtusiuscula, costata, dentata, marginibus reflexis, exteriora minuta cordata ecostata. Capsula in pedicello vix ea breviore curvato,

exserta, inclinata, ovata, pro planta magna, badia. Peristomii dentes interni externis breviores, tenues, purpurei. Operculum? Calyptra?

Guadeloupe, sur les arbres (L'Herminier, n^os 28, 47).

Diffère de toutes les espèces congénères par la ténuité de ses tiges, de ses rameaux et de ses feuilles, et se rapproche le plus du *P. delicatulum* Nob. (*Callicosta delicatula*), du Mexique.

7. P. debile Besch. — Dioicum. Planta pendula, debilis, intense rufa, apice flavida. Caulis secundarius mollis, 10-20 cent. longus, basi denudatus, dein ramis plus minus longis inflexis plerumque simplicibus pinnatus. Folia stipata majora, basi subcordata, longe ovato-lanceolata. Folia caulina (i. e. caulis secundarii) erecto-patula, madida plumulosa, sicca flexuosa vix excavata, angustius ovato-lanceolata, apice acumine acuto, costis inæqualibus dorso late alatis in spinam sæpius acutam desinentibus haud basi coalitis; marginibus serrulatis inferne revolutis ad angulos rotundatis crenatis papillosis; cellulis hexagono-ellipticis minutis. Folia perichætialia angustiora ligulata longiora, longius acuminata, integerrima, inæqualiter bicostata, costis in foliis internis spinosis, in exterioribus lævibus. Capsula pedicello eam æquante lævi sæpe arcuato exserta, ovato-cylindrica, ætate inclinata badia. Operculum late conicum, longe apiculatum. Peristomii dentes externi longissimi, remote trabeculati, interni breviores angustioresque.

Guadeloupe (L'Herminier). — Martinique (Bélanger, n° 873, in herb. Mus. Par., stérile).

Var. *rigidiusculum* Sch., caule ramisque gracilioribus pallide vel nigricante viridibus, mollioribus, foliis angustius lanceolatis patentioribus laxioribus.

Martinique (Duperrey, 1825, in herb. Mus. Par.); montagne Pelée (Husnot, n° 160).

Species incerta.

8. P. dubium Mitt., p. 390.

Guadeloupe? (herb. Hooker †).

Gen. III. — PTEROBRYUM Hsch.

1. P. ANGUSTIFOLIUM C. Müll., *Syn.*, II, p. 180; Mitt., *l. c.*, p. 426. — Dioicum. Stipes uncialis, ruber, foliis squarrosis ovalibus longe cuspidatis integris obsolete costatis obtectus, superne in frondem lanceolatam compressam plus minusve laxe foliosam divisus, ramis breviuscule pinnatim ramulosis. Folia superiora et ramea erecto-patentia, laxe imbricata, lanceolata, acuminata, excavata, ad apicem planiuscula, viridia, juniora luteo-viridia nitentia, margine basi rotundata integra e medio obsolete, apice vix denticulato; cellulis angustissime hexagonis, basi aureis; costa infra apicem evanida. Perichætia juniora albicantia, longe cylindrica, foliis apice emarginatis, seniora fusca foliis externis ovatis cuspidatis integris, internis valde longioribus erectis late lanceolato-ligulatis in pilum integrum longissimum flexuosum tortile denticulatum attenuatis. Capsula immersa, breviter pedicellata, oblique globoso-ovata, crassa. Peristomii dentes coaliti. Sporæ maximæ.

Guadeloupe, sur les arbres, le Houelmont (HUSNOT, n° 161).—Martinique (DUPERRÉ, 1825, et BÉLANGER, 1859, in hb. Mus. Par.; HAHN, n° 832); piton du Carbet (HUSNOT, n° 161).
Trinidad.

Forma *flagellifera*, stipite longiore ramis apice longissimis in flagellam nudam vel ramulosam stoloniformem attenuatis.

Guadeloupe, sur les arbres pourris au bord de la rivière du Galéon et des Bains jaunes, 1100 m. altit. (BEAUPERTUIS, 1839, in herb. Mus. Par., stérile).

2. P. HUSNOTIANUM Besch. — Caulis secundarius erectus, stipitatus, basi subnudus, uncialis, dein in frondem ovatam sesquiuncialem 1-2 pinnatam ramosam complanatam pallide lutescentem divisus, ramulis simplicibus vel fasciculatis sæpe innovantibus. Folia caulina remotissima, basi latissima, ovata, acuminata, adpressa, haud squarrosa, integerrima, costa lata

medio evanida. Folia ramea erecto-patentia, minuta, ovata ligulatave, lævia, concava, basi æquali haud dilatata, acuminata, apice plano integerrima, margine plano vel uno latere longitudinaliter uniplicato; costa angusta supra medium evanida; cellulis minutis opacis hexagonis parietibus pellucidis, alaribus paucis quadratis e viride-fuscis. Perichætia angusta foliis externis minutis ovalibus ecostatis integris, internis valde longioribus longe acuminatis apice crenulatis subdenticulatisve longe costatis. Cætera ignota.

Guadeloupe ou Martinique (Husnot, *exsicc.*, n° 161), associé à *P. angustifolium*.

Se rapproche beaucoup du *P. trichomanoides* Spr. (coll. n° 1187), mais en diffère par un port plus élancé, des frondes plus longues et plus touffues, et des feuilles entières non cordées à la base.

Fam. IV. — LEUCODONTEÆ.

Gen. I. — LEPYRODON Hpe.

L. trichophyllus Sw., sub *Neckera;* C. Müll., *Syn.*, II, p. 111, sub *Neckera;* Mitten, *l. c.*, p. 422, sub *Lepyrodonte.* — Dioicus, intricate cespitosus, aureus vel aureo-fuscus, e viridi-sericeus. Caulis tenuissimus, irregulariter pinnatus, ramis pendulis elongatis capillaribus gracillimis fragilibus flagelliferis. Folia ramorum crassorum anguste lanceolata, disticha, erecto-patula, basi denticulata, apice longissimo serrata, ecostata, plicata, cellulis linearibus angustis; folia ramorum gracilium minora angustiora. Cætera desunt.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.; Husnot, n° 183 *a*).

Forma *robustior*, ramis crassioribus brevioribus rufescentibus haud flagelliferis, foliis ubique serratis.

Guadeloupe, la Découverte, sur les troncs pourris (Husnot, n° 183, sub *Meteorio sericeo* Sch.). — Martinique, montagne Pelée (Husnot; Plée, n° 869 in herb. Mus. Par., coll. Montagne).

Gen. II. — MEIOTHECIUM Mitt.

1. M. NANUM Besch. — Monoicum, gracillimum, tenuissimum, repens, ramis assurgentibus minutis divisum. Folia compressa, erecto-patentia, subdisticha, lanceolata, acuta, minuta, margine planiusculo, subserrulata, ecostata; cellulis angustis elongatis parce chlorophyllosis, angularibus 5-6 superpositis, latioribus quadratis hyalinis incrassatis haud ventricosis. Folia perichætialia acuminata, latiora, subserrulata. Floris masculi folia ovata, integra. Capsula in pedicello 3-4 mill. longo tenuissimo rubello lævi cylindrica, minuta, basi fere callosa, pallide rufa, inclinata, operculo conico breviter acuminato. Peristomii simplicis dentes lati, obtusiusculi, e basi ad medium approximati, rufi, punctulati, late trabeculati, haud exarati. Calyptra cucullata, uno latere fissa, lævis.

Guadeloupe, entre les touffes d'*Hypnum tenerum* (L'HERMINIER, in herb. Schimp.).

2. M. SCABRIUSCULUM Besch. — Monoicum, viridi-lutescens, intricate repens, irregulariter pinnatim ramosum, ramis subpatulis ascendentibus obtuse acuminatis plerumque simplicibus. Folia caulina inferne nigrescentia, laxe erecto-patentia, ramea homomalla, ovata vel oblongo-lanceolata, concava, e basi angusta ob flexuras duas longitudinales biplicata, obtuse acuminata vel acuta, ecostata, integerrima, marginibus late involutis; cellulis basilaribus longioribus flavidis elongato-ovatis, axillaribus 4 majoribus oblongis fuscis, supra-alaribus utrinque inter plicas et margines ovatis oblique dispositis, cæteris pellucidis anguste hexagonis, apicalibus latioribus ovatis utriculo primordiali impletis. Folia perichætialia basi convoluta, erecta, externa ovata apiculata integra, interna longiora lanceolata obtusiuscula subdenticulata. Capsula in pedicello 3 mill. longo curvulo purpureo apice incrassato scabriusculo erecta, interdum horizontalis, minuta, ovalis, basi subtumida, aurantiaca vel fusca; vaginula brevi ovata, operculo conico oblique breviterque rostrato. Peristomii simplicis dentes subulati vel abbreviati, albidi,

linea media exarati. Sporæ maximæ. Calyptra minuta cucullata, fere ad apicem fissa, scabra.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *Pterogoniella pulchella* Sch.); sur les arbres, morne de la Soufrière (Husnot, *exsicc.*, n° 182).

Offre une grande ressemblance avec le *Pterogonium Boryanum* Mont., de Saint-Domingue, mais s'en éloigne au premier abord par les feuilles caulinaires garnies de deux plis très-larges au lieu d'un, par les feuilles périchétiales non dentées en scie, par les pédicelles capsulaires rugueux et par les coiffes scabres du milieu au sommet.

Var. *patens* (*Pterogoniella patens* Sch., in herb.) — Planta procera, atro-viridis, repens, ramis longioribus laxe foliosis. Folia patentia vel apice ramorum erecto-patentia.

Martinique, sur les arbres, camp Balata, 450 m. altit. (Husnot, *exsicc.*, n° 172).

Gen. III. — POTAMIUM Mitt.

P. homalophyllum Besch. — Monoicum, late cespitosum arcte adhærens. Caulis repens, ramis brevissimis crassis lutescentibus curvatis. Folia sursum secunda, apice homomalla, ovato-acuminata, concaviuscula, integerrima, margine erecto sed flexuoso, ecostata; cellulis basi flavidis, ad angulos longe quadratis coloratis, supra quadratis pellucidis intus granulosis, cæteris ellipticis, apicalibus ovatis utriculo primordiali impletis. Folia perichætialia longiora, ovato-lanceolata, cuspidata, ecostata, integerrima. Capsula in pedicello pluries tortili 5 mill. vix longo ovata, erecta, demum inclinata, regularis, collo crassiusculo, operculo oblique rostrato. Peristomium duplex dentibus externis humore incurvis, flavidis, internis pellucidis æquilongis punctulatis in membrana breviter exserta impositis; ciliis singulis brevissimis.

Guadeloupe (Duchassaing); morne Goyavier, camp Jacob (Husnot, *exsicc.*, n° 179, *ex parte*).

Voisin par le port des *Hypnum microcarpum* C. Müll., et *H. crassiusculum* Hook. et Wils., mais entièrement différent par le réseau foliaire, qui se rapproche de celui du *Potamium deceptivum* Mitt., et du *Neckera* (*Potamium*) *commutata* C. Müll.

TRIB. II. — HOOKERIACEÆ.

Fam. I. — DALTONIEÆ.

Gen. MNIADELPHUS C. Müll.

M. PARVULUS Sch. in litt. — Monoicus. Caulis tenellus, lutescens, cespitosus, dichotomus, erectus, compressus, 10-15 mill. elatus. Folia compressa, rugulosa, erecto-patentia, e basi angusta, spathulato-oblonga vel late ovali-elliptica, acuminata, basi et apice angustissime limbata, limbo hyalino flexuoso integerrimo, costa infra apicem evanida; cellulis rotundato-hexagonis hyalinis, basilaribus costam versus paucis laxis longioribus elongatis. Folia perichætialia minuta, acumine longiore. Folia perigonialia minutissima, ovali-spathulata, ecostata. Capsula in pedicello gracili recto subglabro vel apice ruguloso 5 mill. longo rubello erecta, minuta, ovalis vel deoperculata urceolata, sub ore coarctata; operculo conico subulato. Calyptra fimbriata, ramentis albis, basi pendulis, apice erectis. Peristomii dentes interni externos æquantes, punctulati, sub papillosi.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimp.).

Se rapproche du *M. andicola* Spr. (*Musci andini*, n° 572; Mitten, *loc. cit.*, p. 395), mais en diffère par les feuilles moins élargies en spatule et à pointe plus aiguë, et par les cellules plus grandes, hyalines et non encrassées.

Fam. II. — HOOKERIEÆ.

Gen. I. — PTERYGOPHYLLUM Brid.

P. ACUTIFOLIUM Hook., sub *Hookeria;* C. Müll., *Syn.*, II, p. 202; Mitt., *l. c.*, p. 338.

Guadeloupe, sur les feuilles détruites, entre le signal d'observation et la savane aux Ananas, altit. 1100 m. (HUSNOT, n° 157, échantillons stériles et peu nombreux).

Amérique septentrionale, Andes de Quito, Népal.

Gen. II. — LEPIDOPILUM Brid.

Sect. CROSSOMITRIUM C. Müll. (TETRASTICHIUM Mitt.).

1. L. SUBEPIPHYLLUM Besch. — Dioicum. Caulis repens, parce ramosus, fusco-viridis, radiculosus. Folia complanata, lateralia divaricata oblongo-ovata, apiculo parvo plicato, superiora minora ovato-rotundata, omnia obsolete costata, marginibus basi denticulatis apice serrulatis; cellulis opacis elongatis angustis. Cætera desunt.

Guadeloupe, sur les feuilles tombées à terre (L'HERMINIER; hb. Schimp.) Très-rapproché, à en juger par la diagnose de l'auteur (*loc. cit.*), du *L. epiphyllum* Mitt., mais différent au premier abord par ses feuilles denticulées de la base au sommet et munies de nervures souvent effacées.

2. L. HERMINIERI Sch. in herb. — Caulis repens, luteoviridis, ramosus, complanatus, nitidulus, radiculis fuscis stellatis remote obtectus, cum foliis 3 mill. latus, ramis brevibus alternis. Folia lateralia patula, complanata, ovato-rotundata, basi oblique inserta, margine planiusculo; folia intermedia fere rotundata breviora, omnia sicca complicato-flexuosa ecostata, apice breviter acuminata, acumine plicato subtorto, undique serrulata, inter dentes papilloso-dentata; cellulis angustis elongatis subpellucidis pachydermibus. Cætera ignota.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimp.).

Sect. EULEPIDOPILUM.

3. L. RADICALE Mitt., *l. c.*, p. 378. — Dioicum. Rami unciales, apice sæpe attenuati, parce ramosi, cum foliis 3-5 mill. lati. Folia viridia, superne lutescentia, nitida, plana, compressa, lateralia contorta ovato-spathulata divergentia breviter acuminata, basi angusta, margine inferiore uno latere inflexo, intermedia oblongo-acuminata, omnia marginibus superne serratis, costis brevibus ad tertiam partem folii evanidis; cellulis anguste elliptico-hexagonis utriculo primordiali contracto repletis. Folia perichætialia parva, basi latiora, ovato-lanceolata, cuspidata,

subintegra, ecostata; archegoniis paucis, paraphysibus longioribus numerosis. Capsula in pedicello brevi 7-8 mill. longo basi subgeniculato rubello dense scabro-setuloso erecta vel inclinata oblongâ, operculo conico. Peristomii dentes externi grosse erosi, fusci, interni longiores obscuri. Calyptra subnuda vel sparse ramentosa ad capsulæ medium vix descendens.

Guadeloupe, Beaupertuis, 1839, fr. rar., in herb. Mus. Par.); sur les Fougères arborescentes, au Matouba, au morne de la Découverte (Husnot, *exsicc.*, n° 165, stérile). — Martinique (Hahn, n. 1046), stérile au milieu des touffes du *Thuidium*.

Andes de Quito.

4. L. subenerve Brid.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 196, sub *Hookeria*.

Guadeloupe (Husnot; L'Herminier, in herb. Schimp.).

Porto-Rico, Guyane française, Venezuela, Mexique.

Forma *sericea*. Caulis robustior, nitens flavidula; folia fere denticulata, cellulis pellucidis. Capsulæ pedicellum ciliato-papillosum.

Guadeloupe, forêt de Choisy (Husnot, *exsicc.*, n° 166). — Martinique, camp Balata, piton du Carbet (Husnot).

5. L. purpurascens Sch., in herb. — Dioicum. Caulis latiuscule complanatus, flaccidus, ramis elongatis simplicibus purpurascentibus apice stramineis nitidis. Folia ramea inferiora divergentia, sæpe falcata, plana, bifarie complanata, mollia, e basi asymmetrica, late longeque oblongo-ovata, cuspidata, apice plicato-torta, recurva, superiora crispula breviora margine basi rotundata infra cuspidem tortam parce denticulatam revoluta, costis brevibus e basi distantibus tenuibus purpureis; cellulis latis longissimis pellucidis parietibus purpureis tenuibus. Perichætia juniora minutissima foliis ovato-lanceolatis integris, archegoniis paucis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).

Très-belle espèce remarquable par la couleur purpurine de ses feuilles. Est-ce une forme stérile de l'*Hookeria latifolia* C. Müll.?

6. L. Antillarum Mitt., *l. c.*, p. 377. — Hermaphroditum. Rami subsimplices, unciales vel minores, cum foliis 5 mill. undique lati, inferne rufuli, superne luteo-straminei, subnitidi. Folia compressa, lateralia divergentia vix curvata, margine inferiore incurvo asymmetrica oblongo-acuminata, media ovato-acuminata, omnia costis brevibus ad tertiam folii partem evanidis, marginibus e basi laxe revolutis superne serrulatis; cellulis omnibus elongatis elliptico-hexagonis utriculo primordiali contracto repletis. Perigamia in axillis foliorum rameorum obsita, archegonia antheridiaque pauca includentia, foliis externis brevissimis ovatis integris, externis longioribus obtuse ovato-acuminatis subintegris ecostatis. Capsula in pedicello recto vix 2 mill. longo apice inflexo scaberrimo ovata, oblonga, suberecta vel inclinata, operculo conico acuminato. Peristomii dentes externi angusti, opaci, linea divisurali vix distincta exarati, lutescentes, interni membrana brevi longiores, tenues concolores punctulato-papillosi. Calyptra nuda, basi lacera, ad capsulam mediam vix descendens.

Martinique, sur les branches des arbrisseaux, route de Saint-Pierre à Champflore (Husnot, *exsicc.*, nº 162).

Cette Mousse se rapproche du L. *divaricatum* Dz. et M.; mais elle en diffère par l'inflorescence, qui est indiquée comme monoïque par l'auteur de l'espèce (*Bryol.*, Surinam, p. 49, tab. xii), et comme dioïque, par M. Mitten (*loc. cit.*, p. 379).

7. L. daltonioides Sch. in herb. — Monoicum. *L. Antillarum* Mitt. simile. Caulis brevis, parce ramosus, lutescens, nitidus. Folia lateralia erecto-patula apice subplana latiora uno latere reflexa, superiora breviora ovata acuminata, omnia tantum apice denticulata serratave; cellulis incrassatis elongatis. Folia perichætialia minima longius cuspidata. Perigonia minuta, foliis integris acuminatis pellucide reticulatis; antheridiis paucis paraphysibus longioribus cinctis. Capsula in pedicello 5-6 mill. longo scaberrimo apice arcuato horizontalis, ovato-elongata, brunnea. Peristomium calyptraque desunt.

Guadeloupe, sur les rameaux des arbrisseaux (L'Herminier, in herb. Schimp.).

8. L. POLYTRICHOIDES Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 269; Mitten, *l. c.*, p. 373. — *Hookeria* C. Müll., *Syn.*, II, p. 205.

Guadeloupe (BEAUPERTUIS, 1839, in herb. Mus. Par.); forêts élevées (L'HERMINIER, n° 2, 1862; HUSNOT, in herb.). — Martinique (SIEBER; BÉLANGER, 1859, n° 369, in hb. Mus. Par.; HAHN, n° 1046); troncs pourris, rivière de Case-Navire, au-dessus de la fontaine Didier (HUSNOT, n° 156).

Jamaïque, Haïti, Porto-Rico, Trinidad, Mexique, Venezuela, Nouvelle-Grenade, Pérou, Chili.

Var. *pellucens*, foliis lutescentibus subnitentibus longioribus nunc spathulatis, nunc spathulato-acuminatis, cellulis latioribus omnino diaphanis, peristomii dentibus internis longioribus latioribusque.

Guadeloupe (L'HERMINIER).

Gen. III. — HOOKERIA Sm.

Sect. EUHOOKERIA C. Müll.

1. H. DENTICULATA Mitt.? in Musc. austro-amer., p. 347.

Guadeloupe (PERROTTET †). — Martinique, sur les arbres, associé en très-petite quantité aux *Hookeria repens* et *Hahniana* (HAHN, n° 712).

Échantillons stériles d'un vert pâle, qui tiennent de l'*Hookeria Lindigiana* et de l'*Hookeria denticulata* (Spruce, n° 588) par la forme et le tissu des feuilles et des nervures, et qu'en l'absence des organes de la fructification, il est impossible de rapporter avec certitude à l'une ou l'autre de ces espèces.

Sect. CYCLODICTYON Mitt.

2. H. HYALINA Sch. in herb. — Laxissime cespitosa, mollis, complanate depressa, 1-3-uncialis, albicans v. glauco-viridis, irregulariter pinnatim ramosa, ramis semi-uncialibus vel minoribus. Folia remotissima, mollia, flexuosa, inferne late ovata, oblonga, excavata, acuminata, apiculo brevi flexuoso, margine limbato integro sinuato e serie duplici cellularum efformato, costis tenuibus lutescentibus sæpe inæqualibus infra apicem vel vix ultra medium evanidis lævibus; cellulis latis apice rotundato-pentagonis basi hexagonis pachydermibus, hyalinis, parietibus

crassis chlorophyllosis. Perigonia juniora globosa foliis acutioribus brevicostatis margine et apice nodulosis, antheridiis paucis paraphysibus æquilongis vel brevioribus.

Guadeloupe, dans la rivière de Goyave (L'Herminier, n° 56, in herb. Mus. Par.).

Offre le port de l'*Hookeria pallens* Mitt. (Spruce, *Musci and.*, n° 610), mais en diffère au premier abord par les feuilles moins largement cuspidées et garnies de cellules à parois plus épaisses.

3. H. bicolor Sch. in herb. — *H. hyalinæ* simillima sed differt caulibus robustioribus, ramis inferne nigricantibus superne glauco-viridibus, foliis patentibus subdistichis latioribus longioribusque brevius acuminatis integerrimis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).

4. H. albicaulis Sch. in herb. — *H. bicolori* habitu similis, sed caulibus magis ramosis, foliis longioribus apice brevius acuminatis serratis, cellulis basilaribus longioribus rectangularibus.

Guadeloupe (L'Herminier, n° 5, in herb. Mus. Par.; Husnot).

Les trois Mousses qui précèdent, quoique présentant un port différent, sont très-voisines, et pourraient bien n'être que des formes d'une même espèce. Toutefois, comme elles sont stériles, il est impossible de se prononcer à cet égard, et l'on ne peut qu'appeler l'attention des collecteurs sur l'intérêt qu'il y aurait à récolter des échantillons fructifères de ces Mousses.

5. H. depressa Hook. et Tayl.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 218; Mitten, *l. c.*, p. 349. — *Pterygophyllum depressum* Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 351. — *Hypnum depressum* Sw.

Guadeloupe (Bertero, ex Bridel †; Sprengel, ex Mitten †).

Malgré les investigations les plus minutieuses, je n'ai pu rencontrer, dans les nombreuses espèces d'*Hookeria* de la Guadeloupe que j'ai eues sous les yeux, une seule qui pût être rapportée avec certitude à l'*H. depressa*. M. Ch. Müller, de son côté, croit que tout ce qui se trouve sous ce nom dans les herbiers appartient à des espèces voisines et que le véritable *H. depressa* est spécial à la Jamaïque.

6. H. HERMINIERI Sch. in litt. — Caulis repens, semi-uncialis, depressus, pinnatus, viridis. Folia crispula, remota, lateralia patenti-incurva, oblongo-ligulata, obtusa, plus minusve breviter acuminata, ultra medium ad apicem duplicato-serrata inferne integra, costis infra apicem abrupte evanidis dentatis dentibus gemellis; cellulis rhombeis papilla unica medio notatis, basilaribus longioribus lævibus vel sublævibus; folia superiora pellucida, ovalia, cuspidata, costis brevioribus lævibus. Folia perichætialia late ovato-lanceolata cuspidata apice eroso v. duplicato-serrata vix papillosa costata, externa lævia pellucida obtuse acuminata. Capsula in pedicello 9-11 mill. longo superne scabro rubello horizontalis, inclinata vel nutans, ovata, sub ore constricta, collo attenuato scabro, operculo conico cuspidato curvulo. Calyptra superne scaberrima basi multifida.

Guadeloupe, sur les branches des arbres (L'HERMINIER).

Var. *rubella*. Caulis major, pinnatim ramosus, lutescens v. rufulus. Capsula ovata, horizontalis, calyptra apice curvulo scabra.

Guadeloupe, sur les arbres (L'HERMINIER, in herb. Schimp., sub *Hookeria rubella* Sch., Mss.).

7. H. DEPRESSULA C. Müll. in litt. — *H. depressæ* similis, sed foliis longe acuminatis confertis crispulis grosse serrulatis; *H. Herminieri* affinis, sed foliis ligulato-acuminatis remotis et crispulis distat.

Guadeloupe (DUCHASSAING, in herb. C. Müller †).

8. H. BELANGERIANA Besch. — Synoica. Caulis repens, viridi-lutescens, pinnatus, ramis patentibus brevibus. Folia patentia, remota, lateralia breviter subspathulata, antica apice subrotundata brevissime acuminata basi angustiora, superiora acuminata serrulata longiora, omnia cellulis rotundato-hexagonis pellucidis vix papillosis, costis e basi valde divergentibus abruptis apice dentatis. Perianthii folia acuta, apice subden-

tata; antheridia pauca archegoniis mixta. Capsula in eodem caule pedicello plus minus tortili erecta, inclinata nutansve, minuta, oblonga, sub ore coarctata, collo rugoso, pedicello 10 mill. longo rubro tantum apice scabriusculo. Operculum rostratum.

Martinique (Bélanger, n° 498, in herb. Mus. Par.).

Très-semblable à l'*Hookeria Berteriana* C. Müll. mss. (*H. depressa* C.M. *Syn.*, ex parte, ex insula Dominica).

9. H. radicans Besch. — Monoica. Caulis intricate repens, fere undique radicans, basi inferne fusco-superne luteo-viridis, compressus, ramosus. Folia lateralia ovato-ligulata, obtuse acuminata, incurva, crispa, asymmetrica, concava, denticulata, dentibus brevibus gemellis, costis tantum apice denticulatis, cellulis rhombeis undique chlorophyllosis vix papillosis, basilaribus longioribus; folia superiora ovato-acuminata, minora subintegra, pellucida, costis brevibus evanidis. Folia perichætialia basi orbiculata, apice fere subito ligulato acuminata, denticulata, costis brevibus lævibus. Capsula in pedicello 5-8 mill. longo apice scabriusculo inclinata vel nutans, tenella, ovata, collo scabro. Calyptra basi multifida, apice rugosa.

Martinique, jardin des plantes de Saint-Pierre (Husnot, n° 173^a).

10. H. Hahniana Besch. — Synoica vel monoica. Caulis repens, irregulariter ramosus, depressus, superne albicans, inferne glauco-lutescens. Folia lateralia oblonga, cuspidata, duplicato-serrata, dentibus papillosis, costis infra apicem in spinam bifidam abruptis serratis subæquilongis; cellulis pellucidis papilla unica valde dorso prominente in medio ornatis; folia media ovato-lanceolata, brevius costata, vix papillosa. Folia perichætialia interna pellucida, integerrima, ovato-acuminata ecostata; externa ligulato-cuspidata, bicostata, apice serrata. Capsula in pedicello 13-15 mill. longo inferne lævi apice scabriusculo incurvo inclinata, horizontalis pendulave, oblongo-ovata. Calyptra capsulam mediam obtegens, basi longe fissa, apice scabra. Operculum rectum, cuspidatum.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimp.). — Martinique (HAHN, nº 712, *ex parte*, in herb. Mus. Par.).

Voisin des *H. depressula* et *H. Herminieri*, mais différent au premier abord par ses feuilles à cellules entièrement pellucides.

11. H. FILESCENS Sch. in herb. — Dioica. Caulis elongatus, 2-3-uncialis, mollis, lutescenti-fuscescens, gracilis, compressus, ramosus, ramis elongatis sæpe attenuatis flagelliferis. Folia lateralia erecto-patentia, ovato-lanceolata, acuta, a medio ad apicem simpliciter serrata, costis inæqualibus sublævibus supra medium evanidis, folia intermedia ovata breviora brevius cuspidata; cellulis fere undique rotundato-hexagonis pellucidis, inferne longioribus latioribusque. Folia perichætialia juniora anguste lanceolata, breviora, loriformia, superne duplicato-serrata, ecostata, minute areolata, pellucida, basi cellulis longioribus. Cætera ignota.

Guadeloupe (L'HERMINIER, nº 45 *ex parte*).

Forme stérile et vraisemblablement anormale d'une espèce qui se rapproche par le tissu et la forme des feuilles de l'*Hookeria saxatilis* Mitt.

12. H. SUBFISSIDENTIOIDES Sch. in herb. — Dioica. Caulis elongatus, inferne fuscescens, superne obscure glauco-viridis, subfissidentioides, pinnatim ramosus, ramis semiuncialibus vel minoribus. Folia compressa, lateralia erecto-patula, ovato-lanceolata, breviter acuminata, apice serrulata; superiora longiora, anguste acuminata, integerrima; omnia costis inæqualibus supra medium productis lævibus obscuris in spinam abruptis; cellulis apice ovato-hexagonis utriculo primordiali impletis, parietibus pellucidis, inferne longioribus fere hyalinis. Perigonii folia basi ovata, apice elongata, obtusa, serrulata, ecostata; antheridia parce numerosa. Perichætii folia ovato-lanceolata, ligulata, apice serrata, costis ad partem angustam evanidis lævibus; archegonia numerosissima. Capsula in pedicello 1 cent. longo flexuoso superne curvulo asperrimo inclinata vel horizontalis; minuta, ovata, lævis. Operculum conicum, hemisphæricum, breviter curvirostre. Calyptra tenella, basi

breviter fissa, apice scabra. Peristomii dentes interni papillosi, externos æquantes, flavidi, punctulati, articulationibus fuscis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).

13. H. hospitans Sch. in herb. — Dioica. Caulis fusco-viridis, repens, parum ramosus, latiuscule complanatus. Folia lateralia patentia, late longeque ovato-oblonga, acuminata, concava, asymmetrica, uno latere latiora, basi rotundata; folia intermedia longiora, magis acuminata; margine denticulato, costis infra apicem evanidis lævibus; cellulis e medio hexagonis brevibus obscuris, basi latius rectangularibus elongatis pellucidioribus. Folia perichætialia lanceolato-ligulata, minora, bicostata, apice obtuso denticulata, cellulis superioribus incrassatis haud papillosis. Capsulæ pedicellum breve geniculatum scabrum. Cætera desunt.

Guadeloupe et Martinique, sur les feuilles mortes (in herb. Schimp.).

14. H. rufa Sch. in herb. — Dioica? dense lateque cespitosa. Caulis cortice fusco, procumbens, plus minus ramosus, rufus, tantum apice dense folioso adunco flavescens, nitidus, compressiusculus. Folia cupressiformi-homomalla, conferta, oblongo-lanceolata, falcatula, apice longissimo tenui flexuoso, marginibus inferne integris planis superne duplicato-serrulatis ad partem angustam incurvis, cellulis angustissime linearibus raro punctulato-scabris areolata, costis longis basi remotis concoloribus vix distinctis, superne duplicato-denticulatis forma spinæ indistinctæ abruptis. Folia ramea minora ovato-lanceolata tenuiter cuspidata subecostata. Folia perichætialia caulinis similia, sed minora obsolete costata. Capsula in pedicello elongato 3 cent. longo lævi contorto horizontalis vel nutans, cylindrico-ovata, sub ore coarctata, collo longiusculo, operculo conico recto. Peristomii dentes externi incurvi, linea longitudinali lata pallida notati, interni externis quam breviores. Calyptra..... ?

Guadeloupe (L'Herminier); sur les arbres, le Houelmont, morne de la Découverte, 475-950 m. (Husnot, n° 176).

Voisin de l'*Hookeria falcata*. Mousse remarquable par ses touffes d'un roux doré, brillant, ainsi que par ses feuilles arquées formant à l'extrémité des rameaux un crochet jaune pâle, à l'instar de l'*Hypnum cupressiforme*.

15. H. FALCATULA Sch. in herb. — *H. falcatæ* similis, sed minor, ramis angustioribus remote foliosis, foliis laxis minus ovatis crispulis pellucidioribus vix vel obsolete papillosis, capsulæ pedicello breviore, calyptra apice vix scabra.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimp.).
Intermédiaire entre les *Hookeria rufa* et *hypniformis*.

16. H. HYPNIFORMIS Besch. — Dioica? laxe cespitosa, sordide lutescens, laxe ramosa. Caulis uncialis vel major, compressus. Folia subfalcata, flexuosa, crispula, caulina ovato-lanceolata elongata anguste et longe attenuata apice flexuosa vel recurva duplicato-serrata, costis fere ad apicem productis dorso cristatis e medio arcte obtuseque dentatis. Folia ramea similia sed difformia, majora angustius lanceolata, minora latiora brevioraque ovata subcochleariformia denticulata, costis brevioribus ad medium evanidis, omnia undique e cellulis elongatis linearibus pellucidis areolata. Folia perichætialia intima longiora ovato-lanceolata in cuspidem tenuiorem duplicato-serrulatam producta, costis sublævibus plus minus elongatis. Capsula in pedicello 22-30 mill. longo purpureo nitido tantum apice scabriusculo curvato, minuta, horizontalis, ovato-cylindrica. Operculum conicum, longe subulatum, rectum. Calyptra angusta, firma, basi breviter lacerata, apice scabriuscula. Peristomium.....?

Guadeloupe, rochers, 1300 mètr. (L'HERMINIER, n° 45).
Diffère de l'*Hookeria falcata* Hook. par ses rameaux plus longs et plus larges, ses feuilles plus grandes, étalées, moins crispées, à pointe moins longuement effilée et à nervures saillantes en crêtes sur le dos et garnies presque dès la base de dents nombreuses et rapprochées.

17. H. GUADALUPENSIS C. Müll., *Syn.*, II, p. 212; Mitt., *l. c.*, p. 359. — *Hypnum repens* Hook. et Grev. — *Hookeria tenella* Sch., Mss.

Guadeloupe, sur les troncs d'arbres (Perrottet, in herb. Montagne; L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *H. tenella* Sch.).

Ile Saint-Vincent.

Var. *longifolia*, foliis longius attenuatis, capsula elongato-ovata, pedicello apice magis scabro, peristomii dentibus minoribus.

Martinique, sur les troncs d'arbres (Hahn, nº 712, in herb. Mus. Par.).

18. H. versicolor Sch. in herb. — Monoica, dense cespitosa gracilis, tenella, pallide fusca vel intense aureo-fulva. Caulis prostratus, semiuncialis vel minor, parce ramosus; ramis apice acuminatis. Folia erecto-patula vel erecta, rugulosa, compressa, anguste ovato-lanceolata, apice convoluto longiuscule attenuata, flexuosa, duplicato-serrulata, inferne integerrima, costis supra medium abrupte evanidis dentibus brevibus geminis dorso obtectis; cellulis anguste hexagonis elongatis hyalinis haud papillosis. Folia perichætialia ecostata minora, subintegra vel apice parce denticulata, dentibus obscure geminatis. Folia perigonialia obsolete costata, subfalcata, serrulata. Capsula in pedicello 7-8 mill. longo purpureo lævi horizontalis, gracilis, oblongo-cylindrica, operculo conico breviter acuminato. Calyptra fusca, minuta, basi breviter laciniata, apice scabriuscula. Peristomii dentes externi cruentes, lanceolati, subulati, medio sulcati, processibus carinatis pallide lutescentibus in membrana 1/3 dentium longitudinis exserta impositis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).

Espèce qui se rapproche par la forme et le tissu des feuilles de l'*Hookeria guadalupensis* Brid. (*H. repens* Hook. et Grev.), mais qui, au premier abord, s'en éloigne par le pédicelle lisse, la coiffe scabre au sommet, les tiges et les rameaux plus forts, terminés en pointe et variant du jaune pâle au roux foncé.

19. H. acicularis Mitt., *Musci. austro-amer.*, p. 354. — Dioica, *H. crispæ* simillima. Caulis pinnatifidus, gracilis, rufulus vel fusco-luteus, ramis brevioribus patentibus obtusis. Folia lateralia similia, tantum in parte angustiore cris-

pula, undulata, serrulata, limbo obsoleto, costis inæqualibus apice serratis, cellulis elliptico-hexagonis lævibus. Folia media inferiora latissime ovata, breviora, breviter costata, abrupte acuminata, acumine brevi tortili integerrimo, cellulis brevioribus utriculi primordialis vestigio repletis. Perichætia crassissima, foliis squarrosis e basi late orbiculari-ovatis, internis longissime loriformibus subulatis apice serratis, costis nullis; archegonia numerosa (circiter 70) paraphysibus numerosis longioribus cincta. Capsulæ pedicellum 35 mill. longum, læve, apice curvatum. Cætera ignota.

Guadeloupe, dans les forêts humides élevées (L'Herminier, n° 16, in herb. Mus. Par., sub *H. undulata* Wils. et *H. undata*).

Très-belle espèce voisine de l'*Hookeria crispa* C. Müll. et de l'*Hookeria undata* C. M. Elle diffère du premier par ses tiges moins robustes et plus régulièrement pinnées et par ses feuilles moins ondulées à marge à peine distincte, et du second par ses nervures foliaires garnies de dents saillantes très-aiguës. Je n'ai point vu d'échantillons de l'*Hookeria acicularis* Mitt.; mais la description que l'auteur en donne me paraît se rapporter à la plante ci-dessus décrite.

Jamaïque.

Sect. Hylotapis Mitt.

20. H. filiformis Hook.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 212; Mitt., *l. c.*, p. 365.

Guadeloupe, stérile (Husnot, n° 176, *ex parte*).
Ile Saint-Vincent.

21. H. cymbifolia Hpe, in *Linn.*, XXV, p. 362; Mitt., *l. c.*, p. 364. — Monoica et synoica. Cespites dense intricati, glauco-lutescentes, ramosi, ramis brevibus subjulaceis vix compressis breviter pinnatis. Folia erectiuscula, incurva, excavata, elongato-ovata, obtusissima, apice rotundata, marginibus incurvis subcrenulatis, dorso valde papillosa; costis brevissimis basi distantibus vel obsoletis nullisve; cellulis elongato-linearibus papillis prominentibusvalde tectis, basi hexagonis pellucidioribus vix papillosis. Folia perichætialia externa obtusissima

subrotunda concava papillosa, interna longiora lævia tantum apice obsolete papillosa. Capsula in pedicello brevi 9 mill. longo lævi rufulo nutans, minuta, oblonga, collo grosse rugoso. Calyptra minuta, apice fusca. Peristomii dentes externi madiditate valde incurvi, interni erecti subpellucidi papillosi.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par.).
Cuba, Porto-Rico.

22. H. erythrochæte Sch. in herb. — Dioica? Caulis tenellus, procumbens, intricatus, ramis pinnatis diffusis brevibus 4-5 mill. longis flexuosis vix compressis, ramulis brevioribus pallide fuscescentibus. Folia tenella, dense conferta, adpressa, oblongo-ovata, sub apice partis ovalis denticulata, arcte involuta, in acumen longissimum flexuosum remote denticulatum producta, costis longis evanidis sublævibus; cellulis elongatis angustissimis, limitibus ob papillas minutas inconspicuis, basi lævibus sed obscuris latioribus. Folia perichætialia elongata marginibus e medio ad acuminis basin conniventibus, longissime attenuata flexuosa irregulariter denticulata, cellulis papillosis, basi lævibus, costis rufulis. Capsula in pedicello 2 cent. longo rubro rigido superne scabro erecta, dein horizontalis anguste cylindrica, pro planta magna, collo scabro, operculo convexo recto rostrato capsulam fere æquante. Peristomii dentes externi magni, dense trabeculati, rufi, linea longitudinali notati, interni lati punctulati lutescentes dense articulati externos æquantes, ciliis nullis vel fugacissimis. Calyptra...?

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).
Offre le port de l'*Hook. pallescens*, mais se rapproche davantage de l'*Hook. pilifera* H. et W. par la forme des feuilles.

Sect. Hookeriopsis.

Caules procumbentes. Folia immarginata elongato-subulata æqualia, cellulis elongatis angustis lævibus obsolete costatis. Calyptra minuta. Flores dioici.

23. H. leiophylla Besch. — Dioica. Cespites densi, rufulo-virides, parum nitidi. Caulis hypnoideus, repens, pinnatim vel

fasciculatim divisus, semi-uncialis vel minor, ramis 1 cent. longis. Folia plumosa, erecto-patentia, undique inserta, ovato-lanceolata, subulata, basi contracta, concaviuscula, margine e medio incurvo, apice falcatula, subula simpliciter obsoleteve serrulata, costis lutescentibus lævibus, nunc ad folium medium continuis, nunc brevioribus, nunc obsoletis; cellulis lævibus, basi quadrato-ovatis, alaribus, hyalinis minoribus, cæteris anguste elongatis hexagonis vel sinuosis utriculo primordiali repletis. Folia perichætialia similia sed latiora. Capsula in pedicello 12-15 mill. longo purpureo lævi inclinata, horizontalis vel nutans, ovata, regularis, deoperculata ore contracta, collo breviusculo lævi, operculo recto. Peristomii dentes externi remote trabeculati, a medio ad apicem cristati, interni æquilongi, inter articulationes hiantes, ciliis nullis vel singulis rudimentariis. Calyptra minuta vix infra operculum producta, fuscata, vernicosa, basi breviter plurilobata, apice rugulosa.

Martinique, sur les rochers de la rivière, à la fontaine Didier (HAHN, n° 1211, févr. 1869 in herb. Mus. Par.).

Se rapproche un peu de l'*H. versicolor* par le port, mais s'en distingue suffisamment par l'inflorescence dioïque, les feuilles à peine dentées et à nervures effacées.

24. H. LUTEO-RUFESCENS Besch. — Dioica? elongata, biuncialis et longior, pendula, pallide luteo-rufescens vel intense rufa, sericea, ramis 5-10 millim. longis remotis patulis apice arcuatis luteis sericeis irregulariter ramosa. Folia erecto-patentia, flexuosa, superiora in arcu luteo congesta, anguste ovato-lanceolata, concaviuscula, basi angusta, longe sensim tenuiterque attenuato-cuspidata, marginibus medio undulatis apice vix serrulatis, costis sat longis dorso lævibus; cellulis angustis elongatis omnino lævibus. Cætera desunt.

Martinique, sur les arbres et arbrisseaux, montagne Pelée, 450-2200 m. (HUSNOT, n° 167, sub *Lepidopilo purpurascenti* Sch.).

C'est avec doute que je range cette Mousse stérile parmi les *Hookeria*, mais elle ne saurait être confondue avec le *Lepidopilum purpurascens*.

Gen. IV. — HEMIRAGIS Brid.

Caulis dicranoideus, robustus, fulgens, fastigiatim ramosus. Folia erecta, longissime acuminata, longitudinaliter pluries plicata, costis longissimis parallelis tenuibus, cellulis angustissimis sinuosis. Capsula in pedicello longissimo, cylindrico-obovata, ore magno. Peristomium *Hookeriæ*. Calyptra mitræformis, longirostris, apice ramentosa, basi multifida.

Hypnum Lam., Arn., C. Müll. — *Leskea* Brid., Schgr. — *Mnium* P. Beauv. — *Dicranum* Hsch. — *Harpophyllum* Spruce. — *Hookeria* Mitt.

Les différents genres dans lesquels cette Mousse a été placée par les bryologues prouvent suffisamment qu'elle ne se rattachait que médiocrement au genre dans lequel chaque auteur la rangeait. C'est pour cette raison que nous avons adopté le nom donné dans le principe par Bridel et admis comme nom de section par M. Mitten dans ses *Musci austro-americani* (p. 348).

H. striata Rich., Schgr., sub *Leskea*. — *Leskia* (*Hemiragis*) *striata* Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 334. — *Harpophyllum aureum* Spr., *Cat.* — *Hypnum aureum* C. Müll., *Syn.*, II, p. 386. — *Hookeria aurea* Mitt., *l. c.*, p. 348.

Species formosa certe monoica! Perigonia infra perichætium obsita, foliis late ovatis concavis breviter acuminatis integerrimis ecostatis; antheridia crassa, maxima, longe pedicellata, paraphysibus flavidis æquilongis cincta.

Guadeloupe: la Soufrière (Richard); troncs d'arbres (L'Herminier, n° 9). — Martinique (Bélanger, n^os^ 497, 874, 875, in herb. Montagne); sur les rameaux dans la forêt de l'Alma (Hahn, 1869, n° 714, in herb. Mus. Par.; montagne Pelée (Husnot, n° 187).

Obs. — M. Ch. Müller indique cette Mousse, que l'on rencontre toujours chargée de capsules dans les herbiers, comme étant dioïque; de son côté M. Mitten doute de sa dioïcité. J'ai pu acquérir la certitude qu'elle est monoïque.

Antilles, Trinidad, Quito.

Gen. V. — PILOTRICHIDIUM gen. nov.

Caulis primarius repens, ramosus ramis arcuatis laxe pinnatis. Folia ovato-ligulata, apice plus minus obtusa rotundave, costis callosis crassissimis usque ad apicem v. sæpe ultra in spinam dorsalem productis; cellulis minutissimis quadrato-punctiformibus basi ellipticis longioribus. Capsula longe pedunculata, pendula. Calyptra probabiliter mitræformis?

Hookeria, sect. *Callicostella* C. Müll., *ex parte*.

L'*Hookeria callicostata* C. Müll., pour lequel nous créons ce nouveau genre, diffère complétement des *Hookeria* par le tissu foliaire, qui est semblable à celui du genre *Pilotrichum*, tel que nous le délimitons avec M. Mitten; mais, d'un autre côté, il diffère des espèces de ce dernier genre par la capsule courbée et longuement pédicellée. Cette espèce ne peut donc rester dans le genre *Hookeria*, et doit former le type d'un nouveau genre intermédiaire entre celui-ci et le genre *Pilotrichum*. Nous y réunissons les deux espèces suivantes.

1. P. ANTILLARUM Besch. — Dioicum, caulis primarius repens, nudus, rigidus, caulis secundarius inferne nudus, superne arcuatus fasciculato-vel irregulariter pinnatim ramosus, ramis simplicibus obtusis rufulis vel fusco-viridibus. Folia adpressa, ovato-ligulata, basi latiora, apice obtusissime v. paulisper acuminata, nunquam emarginata, integerrima vel v. subtiliter crenulata, costis crassissimis e basi remotis sub apice, v. sæpe ultra, in spinam obtusiusculam desinentibus; cellulis minutissimis rotundis vel quadrato-punctiformibus, basi ad margines ellipticis elongatioribus, inter costas ovoideis minoribus. Folia perichætialia longiora lanceolata plus minus longe acuminata margine erosa subserrulata, costata, cellulis basilaribus, inter costas hexagonis pellucidis. Capsula in pedicello 2 cent. longo purpureo lævi superne curvulo pendula, ovato-cylindrica. Cætera ignota.

Guadeloupe : lieux élevés humides (L'HERMINIER, 1862, n^{os} 13 et 44); sur les arbres, forêt de la Découverte (HUSNOT, n° 160^{a} *ex parte*).

Très-voisin de l'*Hookeria callicostata* C. Müll. (*Pilotrichidium* Nob.),

inconnu en fructification, par ses tiges roussâtres arquées, ses rameaux plus grêles, ses feuilles acuminées non émarginées.

2. P. brunnescens Sch. in herb. sub *Hookeria*.— Dioicum. *P. Antillarum* affine, sed habitu majore, foliis flexuosis crispatisve basi latioribus apice acutioribus.

Guadeloupe (L'Herminier; Husnot, n° 171, *ex parte*), stérile.

Trib. III. — LESKEACEÆ.

Fam. I. — THUIDIEÆ.

Gen. — THUIDIUM Sch.

1. Thuidium involvens Hedw., sub *Leskea*, C. Müll., *Syn.*, II, p. 495, sub *Hypno*. — *Thuidium* Mitt., *l. c.*, p. 575.

Martinique, jardin des plantes de Saint-Pierre (Husnot, *exsicc.*, n° 173), inter *Hypna*.
Grandes Antilles, Guyane, Venezuela, Équateur, Pérou.

2. T. Antillarum Besch. — Dioicum. Planta semipedalis vel minor, longissime protensa, arcuata, demissa, interrupta, paraphyllis obtecta, pinnatim ramulosa, ramis remotis gracilibus brevibus inferne duplicato-superne simpliciter pinnatis, ramulis filiformibus. Folia caulina remota, adpressa, cordata, v. anguste lanceolata, acumine recto crenulato, denticulata, plicata, utraque pagina papillis obtecta, margine supra basin parum revoluto, costa sub apice evanida, dorso minute spinuloso-serrata. Folia ramea minora, late ovato-lanceolata, concava, valde papillosa, crenulata subserrulatave, late acuminata, haud cuspidata, costa infra apicem evanida; folia ramulina minutissima, magis concava, semi-costata, papillosa. Flores masculi copiosi, cauligeni, gemmacei, foliis exterioribus ovatis hyalinis ecostatis, internis late ovatis subito cuspidatis, integris, acumine flexuoso, dorso papillosis, reflexis, cæteris longe costatis ovato-lanceolatis, marginibus recurvis crenatis apice papillosis inferne lævibus hyalinis. Flores fœminei cauligeni, crassiores, foliis externis lanceolatis subulatis papilloso-dentatis,

internis majoribus longioribus longissime loriformibus valde laciniatis, fimbriis confervoideis longissimis nodulosis papillosis. Capsula in pedicello elongato 3 cent. longo rubro lævi cernua, incurvato-cylindrica, rufa, evacuata arcuata sub ore constricta. Peristomii dentes externi lanceolati rufi, siccitate apice incurvi, dentes interni carinati leviter perforati, cilio singulo appendiculato.

Guadeloupe : sur les rochers humides et les branches d'arbres, au bord des ruisseaux (Beaupertuis, 1839, in herb. Mus. Par.); le Parnasse, (L'Herminier, n° 25); rivière Saint-Louis et rivière aux Écrevisses (Husnot, n° 188). — Martinique (Duperrey, 1835, in herb. Brongniart; Plée, n° 707, in herb. Montagne); sur les rochers, rivière et Case-Pilote, (Hahn, n° 1046, in herb. Mus. Par.); piton du Carbet (Husnot, *exsicc.*, 88, n° 1).

Semblable au *Thuidium tamariscinum* Hedw., et *Bryol.. Europ.*, mais en diffère par un port plus grêle, par des rameaux ténus plus courts, des feuilles caulinaires moins cordées, crénelées sur les bords, garnies d'une nervure plus longue et fortement papilleuse sur le dos, par les feuilles raméales, concaves, obtusément acuminées ainsi que par le processus du péristome.

Nota.— Bridel indique, dans son *Bryologia universalis* (tome II, p. 442 et 443), les var. *delicatulum* et *tenerrimum* de l'*Hypnum tamariscinum* Hedw. comme se trouvant à la Guadeloupe; mais la description écourtée qu'il en donne ne permet pas de décider si ces deux variétés s'appliquent aux échantillons que nous avons eus sous les yeux.

TRIB. IV. — HYPNACEÆ.

Fam. I. — SEMATOPHYLLEÆ.

Gen. I. — SEMATOPHYLLUM Mitt., *ex parte.*

S. pungens Sw., sub *Leskea*.— *Leskea pungens* Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 291. — *Hypnum pungens* Hedw.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 387. — *Sematophyllum pungens* Mitt., *loc. cit.*, p. 477.

Guadeloupe (Wickström, in *Catal.*; L'Herminier, n^os^ 11 et 38; Duchassaing, 1847, in herb. Mus. Par.); le Matouba, morne de la Découverte, (Husnot, *exsicc.*, n° 186).—Martinique (Hahn); piton du Carbet (Husnot).

Mousse très-répandue dans les Antilles, dans l'Amérique centrale et dans les provinces septentrionales de l'Amérique du Sud.

Var. *robustum :* caulibus crassioribus dense foliosis, foliis sub-

secundis majoribus fuscescentibus, cellulis basilaribus ad angulos majoribus.

Guadeloupe (L'Herminier).

Gen. II. — RHAPHIDOSTEGIUM Sch., *Bryol. Cor.*

Capsula longe tenuiterque pedicellata, operculo longe subulato. Folia anguste areolata, brevia vel longiuscula, lanceolata vel oblongo-ovata, plus minusve acuminata et cuspidata, e cellulis alaribus 3-6 maximis plerumque flavidis valde conspicuis.

Sect. Rhaphidorhynchum Mitt.

Folia cellulis lævibus areolata.

1. R. cespitans Sch. in herb. — Monoicum, caules repentes, intricati, cespitibus densissimis e lutescente rufescentibus nitidis congesti, ramis crassioribus breviter pinnatis apice obtusis. Folia rotundo-ovata, conferta, superiora sicca subhomomalla e basi brevi angusta, mucronata vel acuminata, concava, acumine brevi plano subreflexo, integerrima, ecostata; cellulis basilaribus ad angulos 3-4 flavidis longis vesicularibus, marginalibus inferioribus quadratis hyalinis, cæteris angustis elliptico-hexagonis incrassatis. Folia perichætialia longiora concava longius acuminata, margine subcrenulata; cellulis basilaribus ad margines vesiculiformibus pellucidis flavidis, cæteris elongatis. Flores masculi supra et infra perichætium exeuntes, foliis ovato-acuminatis integris. Capsula in pedicello lævi intense rubro 25 mill. longo inclinata vel horizontalis, ovata, microstoma, sicca ore vix coarctata, collo crasso, operculo oblique subulato. Peristomii dentes interni externos æquantes, ciliis singulis paulo brevioribus. Calyptra lævis.

Guadeloupe (L'Herminier).

Diffère du *R. cespitosum* Sw. par un port beaucoup plus robuste, les feuilles caulinaires arrondies, plus courtes, des feuilles périchétiales denticulées, moins acuminées.

2. R. CESPITOSUM Sw., sub *Hypno.* — *Hypnum* C. M., *Syn.*, II, p. 330. — *Sematophyllum* Mitt., *loc. cit.*

Obs. — Cette Mousse, qu'on rencontre dans toutes les Antilles, ainsi que dans plusieurs régions de l'Amérique du Sud, est une des plus variables, et l'on ne saurait établir, entre les différentes formes qu'elle présente, des limites bien tranchées pour constituer des espèces distinctes. M. Mitten, d'après un échantillon de Swartz, conservé dans l'herbier Hooker, a cru pouvoir séparer l'*Hypnum cespitosum* de l'*Hyp. Galipense*. Des échantillons authentiques de Swartz m'ont été communiqués par MM. Lindberg et Angström, ainsi que par M. Anderson, conservateur du muséum de Stockholm, où se trouve déposé l'herbier de Swartz, et, d'après l'examen que j'en ai fait, j'ai pu constater qu'il n'y a aucune différence notable entre l'*Hypnum cespitosum*, de la Jamaïque, et l'*Hypnum Galipense*, de la Guadeloupe. Le principal caractère qui paraît séparer ces deux Mousses est tiré de la forme de la capsule et de la dentelure marginale des feuilles. Or, on trouve, même dans les échantillons de Swartz, des capsules tantôt régulières, dressées, tantôt irrégulières, inclinées ou horizontales; les feuilles, de leur côté, sont souvent très-entières, souvent denticulées et plus ou moins longuement acuminées. Quant au port, à la couleur et à la ramification, ils présentent des variations assez considérables, selon que les échantillons ont été sans doute récoltés sur la terre au pied des arbres, ou sur les rameaux. Toutefois, pour éviter la confusion, j'ai cru devoir distinguer ci-après chacune des principales formes recueillies dans les Antilles françaises, afin de permettre aux bryologues, chacun suivant ses vues, de les reprendre comme espèces distinctes ou de ne les considérer que comme de simples formes.

Subsp. 1. R. MEGALODICTYON. — Rami crassiores, apice obtuse acuminati, assurgentes, rufescenti-lutescentes. Folia patentia majora, latissime ovato-rotunda, cavissima, brevius acuminata, margine integro vel vix denticulato; cellulis angularibus 4-6 maximis ovatis vesiculiformibus flavidis, supra paucis quadratis hyalinis, cæteris elliptico-hexagonis sinuosis, apicalibus minoribus, utriculo primordiali persistente præditis.

Guadeloupe (L'Herminier in herb. Sch.).

Subsp. 2. R. CŒLOPHYLLUM. — Cespites stramineo-lutescentes, nitidi, ramis fasciculatis flaccidulis sæpe attenuatis flagelli-

formibus. Folia late ovata, integra, vix denticulata, plus minus late acuminata, cellulis alaribus 3-4 maximis flavidis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *Rhynchostegiella cavifolia* Sch.).

Subsp. 3. R. Husnoti Sch. — Cespites lutescentes, ramis crassis acuminatis nitidis. Folia plus minus laxe imbricata, late ovalia, concava, longius acuminata, apice subdenticulata, breviter bicostata, e cellulis alaribus 3 maximis ovatis flavidis, supra 3 quadrato-rotundis, cæteris ellipticis areolata. Capsula in pedicello longiore 15-20 mill. longo longe ovata, fere obliqua, irregularis, inclinata vel horizontalis, collo crasso.

Guadeloupe (Husnot, *exsicc.*, n° 177, *pro parte*); morne de la Découverte (n° 185).

Subsp. 4. R. stramineum. — Rami flaccidi, fasciculatim ramosi, parum assurgentes, pallide straminei, nitidi. Folia flaccide imbricata, concava, cuspidata, integerrima, ecostata, cellulis basi flavidis, alaribus 1-4 majoribus supraalaribus quadratis hyalinis. Capsula ovata fere regularis erecta inclinata horizontalisve, collo subnullo, peristomii ciliis binis in uno coalitis vel sæpe liberis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.); sur les arbres, morne de la Découverte (Husnot, *exsicc.*, n° 185, *ex parte*).

Subsp. 5. R. Galipense C. Müll. — Rami graciliores, teretiusculi, sæpe attenuati, flagelliferi inferne fusco-lutescentes, superne straminei, nitidi. Folia turgide imbricata, congestiora, ovato-lanceolata, acutiora, concava, integra, basi latiora, obsolete costata vel ecostata, cellulis alaribus 3 ovalibus flavidulis sæpe decoloratis. Capsula irregularis inclinata vel horizontalis, brevis, collo crassiusculo.

Guadeloupe (Perrottet, in herb. Montag.; Duchassaing, in herb. Mus.; L'Herminier, in herb. Schimp.); sur la terre et les rochers du bord des rivières (Husnot, *exsicc.*, n° 177).

Subsp. 6. R. ABBREVIATUM Sch. — *R. Galipensi* similis, sed statura minori, ramis brevioribus.

Martinique, sur la terre et les pavés, jardin des plantes de Saint-Pierre (HUSNOT *exsicc.*, nº 174).

Rappelle par le port l'*Hypnum crassiusculum* Hook. et Wils., de la Louisiane.

3. R. PLECTOPHYLLUM Besch. — Habitu *R. insularum* Sull. simile, monoicum, cespitosum, repens. Caulis depressus, irregulariter pinnatus, ramis remotis brevibus lutescentibus nitidis. Folia subconcava, secunda, ut in *Hypno cupressiformi* congesta, anguste lanceolata, apice recurva. Folia ramea longiora, magis falcata, omnia longe subulata, superne serrata, inferne crenulata, costis brevibus obsoletis, marginibus planis vel a basi parum incurvis; cellulis basilaribus brevioribus ad angulos 2-3 majoribus ovato-quadratis hyalinis, sæpe indistinctis, cæteris angustis elongatis lævibus pellucidis. Folia perichætialia longiora, subulata, erecta, subserrulata. Capsula in pedicello 12-15 mill. longo lævi horizontalis, regularis, gibboso-ovata, deoperculata....? operculo brevirostri.

Guadeloupe, sur les vieux troncs d'arbres, au Houelmont, au Matouba (HUSNOT, *exsicc.*, nº 178, *ex parte*).

Cette Mousse offre beaucoup de ressemblance par le port avec l'*Hypnum insularum* Sull., de Cuba, mais elle s'en éloigne par des tiges plus ramifiées, par les feuilles plus arquées, plus distinctement serrulées, garnies à la base de 2-3 cellules hyalines, et par l'opercule très-court.

4. R. MICANS Sch. in herb. — Dioicum. Planta repens depressa, tenella, læte vel albide viridis, nitida. Caulis radicans, repens, uncialis, pinnatim ramosus, ramis brevibus 3-5 mill. longis. Folia compressa, nitentia, concava, ovato-lanceolata, basi constricta, apice longe lateque cuspidata, falcata, serrulata, ecostata, marginibus basi recurvis, apice planis; cellulis pallidis lævibus angustis, alaribus 3-4 majoribus sæpe indistinctis hyalinis haud flavidis. Cætera desunt.

Guadeloupe (L'HERMINIER).

Espèce très-rapprochée de la précédente.

5. R. FALCATULUM Besch. — Monoicum, dense cespitosum repens, pusillum, fasciatim ramosum, ramis brevibus. Folia dense admota, falcatula, viridia, subnitida, anguste ovata, concaviuscula, elongato-cuspidata, ecostata, basi ob margine involutos supra cellulas ventricosas coarctata, inferne crenulata, apice subserrata; cellulis ad angulos tribus flavidis ovato-vesiculosis, cæteris angustis opacis, incrassatis, haud papillosis. Folia perichætialia erecta, lanceolata, intima longiora late cuspidata, apice serrata. Capsula in pedicello 9-11 mill. longo rubello omnino lævi ovata, subcernua, sub ore coarctata, horizontalis, ætate nigrescens, collo crasso subapophysato lævi; operculo rostrato recto. Peristomii dentes externi incurvi, cristati, trabeculati, ciliis singulis brevioribus.

Guadeloupe (L'HERMINIER in herb. Schimp.).

Sect. TRICHOSTELEUM Mitt.

Folia cellulis superioribus papillosis areolata; papillæ singulæ media cellula prominulæ.

6. R. SUBDEMISSUM Sch. in herb. — Monoicum, cespites depressi, e rufescente-stramineo-virides, vix nitidi. Caulis repens valde ramosus et ramulosus, uncialis biuncialisve, ramis teretiusculis. Folia erecto-patentia, compressa, subcomplanata, superne homomalla, anguste elliptico- vel oblongo-lanceolata, concava, obtuse acuminata, subintegra vel serrulata, marginibus haud implanis basi incurvis; cellulis basilaribus aurantiacis ad angulos tribus paulo majoribus vesiculosis, aliis rhomboideo-hexagonis, papilla unica dorso valde prominente medio sita. Folia perichætialia ovalia longius acuminata, apice serrata, interiora infra acuminis basin sæpe subciliato-serrata; cellulis latioribus lævibus vel parce papillosis. Fructus copiosi sæpe gemini. Capsula in pedicello gracillimo 6 mill. longo rubello apice incurvo horizontalis, vel pedicelli torsione erecta, minutissima, ovato-globosa vel subpiriformis, sicca valde constricta; collo defluente stomatis numerosis instructo. Peristomii dentes externi apice introrsum

dense lamellosi linea divisurali lata pallida exarati, interni e membrana ad dentium medium producti, scabriusculi, carinati; ciliis binatis vix brevioribus scabris nodosis. Operculum convexum longirostre. Calyptra minutissima brevissima apice scabriuscula.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.). Voisin du *Sematophyllum ambiguum* Mitt., mais différent par les tiges plus ramifiées, les rameaux plus longs, d'un vert roussâtre, les feuilles raméales moins étalées, non denticulées au sommet et par les feuilles périchétiales serrulées.

7. R. sentosum Sull.; Mitt., *loc. cit.*, p. 493. — Monoicum. Caulis repens, prostratus, subpinnatus, ramis remotis brevibus. Folia subcompressa, patula v. erecto-patentia, oblongo-lanceolata, basi supra cellulas ventricosas arcte contracta, revoluta, concava, apice longe attenuata, subulata, flexuosa, inferne subdenticulata, superne serrulata, ramulina serrata, ecostata; cellulis angularibus 2-3 vesiculosis, ovatis, cæteris elongatis papilla valde prominente præditis. Folia perichætialia erecta, ovato-lanceolata, subulata, e parte angusta ciliato-serrata. Capsula in pedicello breviusculo 9-10 mill. longo flexuoso purpureo lævi minutissima, ovalis, nutans.

Guadeloupe, sur les troncs d'arbres (L'Herminier, in herb. Schimp.). Cuba.

Var. *majus: R. sentoso* simile, sed habitu majore, cespitibus fulvo-flavidis, foliis latioribus longioribusque pellucidis basi integris vix papillosis e medio denticulatis valde papillosis.

Guadeloupe : L'Herminier.

8. R. vincentinum Mitt., *l. c.*, p. 493.— Monoicum. Planta repens, luteo-viridis, tenellus. Caulis pinnatim ramosus. Folia compressa, laxe patentia, anguste oblongo-lanceolata, subulata, superne serrulata, concava, basi valde contracta, ob flexuram latam subrevoluta, superne serrulata, ecostata, marginibus ad acumen subincurvis; cellulis angustis papillosis, papillis valde prominentibus. Folia perichætialia interna elongata, ovata,

superne serrata, longe subulata, acumine ciliato-serrata, basi integerrima, cellulis e medio papillosis, infra lævibus latioribus. Capsula in pedicello 8-10 mill. longo rubello apice scabro tortili ovoidea, deoperculata urceolata, minutissima, nutans, sub ore contracta; operculo capsulam æquante. Peristomii dentes externi linea media lata pallida exarati, interni ob capsulam vetustatam mihi ignoti.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).

Diffère au premier abord du précédent par la couleur vert jaunâtre des feuilles, par les tiges moins robustes et par le pédicelle capsulaire scabre au sommet.

Ile Saint-Vincent.

9. R. **pterocladium** Besch. — Monoicum, longe repens, arcte adhærens. Caulis plumosus, tenellus, lutescenti-flavidus. Folia erecto-patentia vel erecta, dense admota, subcompressa, subsecunda, concava, elliptica, longissime subulata, serrulata, subula flexuosa divaricata serrata, ecostata, basi contracta; cellulis basilaribus flavis, angularibus duobus maximis quadrato-ventricosis flavidis, cæteris anguste elongatis, papilla exserta grossiuscula præditis, mediis obsolete papillosis. Folia perichætialia interna longissima, subloriformia, papillosa, acuminis basi ciliato-serrata, ecostata. Capsulæ pedicellus 8-10 mill. longus apice arcuatus scaberrimus. Cætera desunt.

Martinique, sur les écorces d'arbres à Case-Pilote (Hahn, n° 1246).

Se rapproche le plus du *R. Vincentinum* par la texture des feuilles et par l'aspérité du pédicelle capsulaire, mais s'en éloigne par les feuilles dressées, elliptiques, plus étroites et à pointe aussi longue que la feuille elle-même.

10. R. **brachydictyon** Besch. — Monoicum. Planta dense cespitosa, fasciculata vel breviter pinnatim ramosa, pallide lutescens, subnitida, ramis brevibus crassiusculis apice cuspidatis homalophyllis. Folia dense admota, inferiora erecto-patentia, superne erecta, homomalla, falcatula, concaviuscula, longe ovato-lanceolata, longe subulata, loriformia, basi fere integra, apice denticulata, ecostata; cellulis basi flavidis, ad angulos 3

maximis ovatis ventricosis, cæteris opacis sinuato-ellipticis, papilla unica vix exserta medio præditis. Folia perichætialia interna erecta, lanceolata, longius subulata, loriformia, subula flexuosà subdenticulata, vix papillosa. Capsula...?

Guadeloupe, sur les arbres, (L'Herminier).

Diffère des précédents par ses rameaux cuspidés, non comprimés, plus robustes, munis de feuilles tournées du même côté au sommet, beaucoup plus larges et plus longues, à peine dentées et composées de cellules angulaires beaucoup plus grandes.

11. R. microstegium Sch. in herb. — Monoicum, præcedenti affine, habitu tamen gracilius, ramis luteo-viridibus apice uncinato-falcatis; foliis paulo minoribus, concaviusculis, brevius subulatis, subula latiori tortili, margine crenulato-denticulatis; cellulis ad angulos tribus maximis flavidis, cæteris ellipticis opacis, papilla sæpe obsoleta; foliis perichætialibus erectis serrulatis, marginibus sinuosis. Capsula in pedicello lævi 7-8 mill. longo minutissima, globoso-ovata, nutans.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp., nº 33).

12. R. glaucinum Besch. — Cespites densi. Caulis ruber, longe repens, pinnatim vel fasciatim ramosus, ramis pallide glauco-viridibus v. lutescentibus gracilibus strictis 5-7 mill. longis plumosis subjulaceis obtusis. Folia erecta, minuta, concava, anguste ovata, subulata, serrulata, ecostata, margine plano interdun parum revoluto; cellulis basilaribus ad angulos tribus majoribus ovatis fuscis, intermediis flavidis, cæteris hyalinis elongatis, papilla grossiuscula in medio valde exserta. Fructus sæpe gemini. Folia perichætialia externa minora, ovalia plus minusve acuminata, apice serrata vix papillosa, interna longiora lanceolata longe subulata e medio ad apicem ciliato-serràta, cellulis superne papillosis hyalinis, inferne lævibus flavidis. Capsulæ pedicellum læve. Cætera....

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp., nº 28).

Voisin des *R. sentosum* Sull. et *R. vincentinum* Mitt., mais différent de l'un et de l'autre au premier abord par ses feuilles plus larges, non étalées, mais appliquées contre la tige et les rameaux.

Sect. MICROCALPE Spr.

Folia patentia angustissime areolata. Capsula parva longe tenuiterque pedicellata.

13. R. SUBSIMPLEX Hedw.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 283, sub *Hypno;* Mitt., *loc. cit.*, p. 494, sub *Sematophyllo.*

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Mus. Par., sub. *Hypno Crügeri*); forêt de Choisy (HUSNOT, *exsicc.*, n° 257).

Mousse très-répandue dans les Antilles, dans l'Amérique centrale, ainsi que dans certaines régions de l'Amérique méridionale. Elle varie beaucoup du jaune pâle argenté au jaune doré; les feuilles caulinaires, de même que les feuilles périchétiales, sont aussi plus ou moins dentées.

14. R. MEIOTOCLADIUM Besch. — Præcedenti simile, sed caulibus ramisque longe attenuatis, foliis latioribus apice subtiliter denticulatis, cellulis incrassatis, capsulæ operculo longius rostrato differt.

Guadeloupe, (L'HERMINIER, in herb. Schimp., n° 37).

15. R. RUFULUM Besch. — Monoicum, dense cespitosum, rufescens, ramis gracilibus nitidulis. Folia concava, ovato-lanceolata, acuminata, apice parum curvula, sicca flexuosa divaricata, integerrima, ecostata; cellulis alaribus quadrato-ovatis paulo majoribus haud ventricosis hyalinis vel coloratis, cæteris ellipticis nodosiusculis apice subprominulis. Folia perichætialia interiora longius ovato-lanceolata, cuspidata, integerrima. Capsula in pedicello 5-6 mill. longo rubenti lævi inclinata, ovata, irregularis, sicca deoperculata arcuata sub ore coarctata. Peristomii dentes interni flaviduli, punctulati, carinati externos æquantes, ciliis singulis brevioribus hyalinis. Operculum subulatum longirostre.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Schimp., n° 57).

Se rapproche par le port du *R. divaricatulum* Hpe, mais en diffère par les feuilles moins longuement lancéolées et garnies de cellules elliptiques, ainsi que par la capsule irrégulière.

16. R. LEPTOCHÆTON Schgr.; C. Müll. sub *Hypno.*

Martinique, sur les troncs d'arbres (RICHARD, ex Mitten !).

Gen. III. — TAXITHELIUM Spr., *Catal.*

T. PLANUM Brid., sub *Hypno.* — *Hypnum planum* C. Müll., *Syn.*, II, p. 265. — *Taxithelium* Mitt., *l. c.*, p. 496. — Monoicum. Caulis repens, longe prostratus, plus minus regulariter pinnatus, luteo-viridis vel lutescens, ramis brevibus vix 1 cent. longis. Folia laxe imbricata, compressa, subjulacea vel complanato-subdisticha, latissime ovato-acuminata, inferne concava, basi contracta, ecostata, margine plano tenuiter serrulato papilloso; cellulis elongatis 3-6 papillis notatis, basilaribus ad angulos quadratis pellucidis, inferioribus tribus plus minusve conspicuis ovatis subvesiculosis pellucidis vel flavidis. Flos masculus infra perichætium obsitus, foliis minoribus latioribus serrulatis obsolete papillosis, intimis laxius reticulatis sublævibus. Perichætium fuscescens, foliis erectis e basi lata lanceolato-subulatis, e medio ad apicem eroso-serrulatis, internis longioribus; cellulis infimis amplis flavidis erosulis lævibus, supernis angustioribus papillosis. Capsula in pedicello 13-22 mill. longo tenuissimo purpureo lævi nitido gracillima, horizontalis vel nutans, ovalis, curvata, sub ore coarctata. Peristomii cilia simplicia. Operculum conicum. Calyptra minuta lævis.

Forma *acutifolia*, ramis compressis plumosis lutescentibus, foliis erecto-patulis acutioribus, cellulis alaribus tribus hyalinis majoribus valde conspicuis.

Guadeloupe (L'HERMINIER, sub *Hypno longiseto* Sch.).

Forma *subjulacea* : ramis superioribus lutescentibus julaceis, foliis adpressis, cellulis alaribus tribus majoribus ovatis.

Guadeloupe, sur les arbres, (BALBIS, in herb. Montagne, sub *Leskea subpinnata;* L'HERMINIER, in herb. Mus. Par., sub *Hypno elegantulo*). — Martinique (BÉLANGER, n° 500, in herb. Montagne, sub *Hypno subsimplici*).

Var. *disticha* : caule subcomplanato, distiche pinnato, ramis compressis intense viridibus, foliis latioribus valde concavis patentibus compressis subdistichis, cellulis alaribus elongato-quadratis hyalinis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.). — Martinique, camp Balata, piton du Carbet (Husnot, nº 180).

Variété très-distincte par son port et par la couleur vert sombre de ses feuilles.

Mousse commune aux Antilles et dans la partie tropicale de l'Amérique du Sud.

Gen. IV. — ISOPTERYGIUM Mitt.

1. I. tenerum Sw., sub *Hypno*. — *Leskea pygmæa* Tayl. — *Hypnum pygmæum* C. Müll., *Syn.*, II, p. 397. — *Isopterygium tenerum* Mitt., *loc. cit.*, p. 499.

Guadeloupe (Perrottet, in herb. Montagne); Duchassaing, in herb. Schimp.; L'Herminier, in herb. Mus. Par.); sur les arbres, camp Jacob (Husnot, *exsicc.*, nº 179, *ex parte*).

Commun aux Antilles et dans la partie tropicale de l'Amérique du Sud.

2. I. Herminieri Sch. in herb. — Monoicum, cespitosum, flaccidum, intertextum, inferne atro-fuscum, superne lutescens subnitidum, irregulariter pinnatim ramosum, ramis plus minusve longis sæpe radicantibus. Folia laxe disticha, erecto-patentia vel patentia, caulina late ovata plus minusve longe cuspidata, ramea paulo angustiora, ovato-acuminata, omnia in uno latere complicata basi concaviuscula, acumine sæpius subfalcato, integerrima, ecostata; cellulis elongatis pellucidis, vestigio utriculi primordialis sinuato præditis, basilaribus brevioribus sed latioribus quadrato-ovatis. Folia perichætialia basi vaginantia, elongato-acuminata, subintegra v. integerrima, ecostata. Capsula in pedicello 15 mill. longo tenui lævi inclinata, subnutans, ovato-oblonga, subarcuata, collo crasso, operculo conico oblique breviterque rostellato. Peristomii dentes interni externos æquantes, apice tenuissimi; ciliis binis in uno coalitis hyalinis paulo brevioribus punctulatis.

Guadeloupe, dans les rivières ou ruisseaux (L'Herminier, in herb. Schimp.).

Diffère au premier abord des espèces du même genre par son port plus robuste et par des feuilles plus grandes, composées de cellules plus larges.

3. I. (?) streptopodium Besch. – Monoicum, cespitosum. Caulis repens, irregulariter ramosus, lutescente-viridis. Folia erecto-patentia vel patula, ovata, concaviuscula, acuminata, subintegra, obsolete costata; cellulis basilaribus minoribus ad margines 3 quadratis paulo majoribus hyalinis sæpe destitutis, cæteris angustis elongatis pellucidis, utriculo primordiali persistente præditis. Folia perichætialia longiora, lanceolata, subulata, integerrima, ecostata. Capsula in pedicello 14-15 mill. longo valde tortili lævi globosa, v. ovata, ob torsionem pedicelli recurva, nutans; operculo oblique brevirostri. Calyptra cucullata, minuta, alba, lævis. Peristomium deest.

Guadeloupe, chemin de la Soufrière (Husnot, *exsicc.*, n° 184).

Voisin de l'*Isopterygium tenerifolium* Mitt., mais plus grêle, à feuilles caulinaires moins allongées, à feuilles périchétiales entières.

C'est avec doute que je rattache les deux espèces qui précèdent au genre *Isopterygium* Mitt.; mais, en l'absence d'échantillons complets, je n'ai pu leur assigner d'autre place.

Gen. V. — ECTROPOTHECIUM Mitt.

Caulis penniformis, distiche ramosus. Folia sæpissime falcato-secunda, breviter bicostata, cellulis angustis vel laxis areolata. Capsula plerumque nutans brevirostris, peristomii ciliis coalitis.

Folia anguste areolata.

1. E. globitheca Mitt., *loc. cit.*, p. 512; — *Hypnum* C. Müll., *Syn.*, II, p. 300. — Monoicum, cespitosum, flavescens, nitidum, ramis uncialibus vel minoribus irregulariter pinnatis subpenniformibus. Folia ramea concava, elongata v. ovato-lanceolata, late cuspidata, fere e basi serrulata, falcata, secunda, in apice ramorum adunca, nitida, costis binis pallidis brevibus; cellulis angustis basi latioribus, infimis quadratis

pellucidis. Folia perichætialia interna longiora elliptico-ovata longius cuspidata, apice divaricato, serrulata. Capsula in pedicello 20 mill. longo, horizontalis nutansve, globosa, irregularis, sicca ore constricta, late annulata, operculo depresso breviter acuminato. Peristomii ciliis binis albidis rugulosis latiusculis sæpe in uno coalitis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *Hypno globithecio* Hpe).

Commun à la Jamaïque, à Cuba, à la Nouvelle-Grenade.

2. E. longisetum Sch. — Monoicum, caulis gracilis, debilis, repens vel laxissime cespitosus, stramineus, nitidus, nunc pinnatim, nunc fasciculatim ramosus, nunc innovationibus simplicibus subflagelliformibus continuus. Folia caulina ovato-lanceolata, acuminata, erecto-patentia patulave, concaviuscula, subsquarrosa, vix falcata, remota. Folia ramea angustiora, cuspidata, subfalcata, omnia integerrima ecostata, vel costis binis vix distinctis prædita; cellulis angustissimis hexagonis lutescentibus, basilaribus latioribus hyalinis. Folia perigonialia longe cuspidata, integerrima. Folia perichætialia longe cuspidata, latius areolata, apice subdenticulata. Capsula in pedicello circiter 3 cent. longo flexuoso nitido purpureo irregulariter globosa, vacua arcuata sub ore constricta, badia, horizontalis nutansve, eurystoma; operculo basi crasso hemisphærico breviter conico. Peristomii dentes interni flavidi, externos æquantes, carinati; ciliis trinis brevissimis hyalinis in uno coalitis.

Guadeloupe, sur la terre, au bord du chemin de la Soufrière (Husnot, *exsicc.*, n° 169).

Très-voisin de l'*Ectropothecium gracillimum*. Les échantillons que j'ai eus à ma disposition sont entremêlés de tiges de *Sphagnum*, et présentent des tiges grêles et des pédicelles très-longs, mélangés à d'autres plus courts; la ramification est aussi plus ou moins régulière, ce qui ferait supposer que la plante n'a pas été récoltée dans sa station naturelle.

3. E. polypterum Mitt., *Musc. austr.-amer.*, p. 514. — Dioicum, cespitosum, stramineo-viride, ramis elongatis plu-

miformibus pinnatis 2-3 uncialibus; ramulis medio longioribus attenuatis, versus apicem decrescentibus aduncis. Folia compressa e basi subcordata, sensim angustata, lateralia patentia falcata latiora subulata breviter bicostata serrulata, cellulis angustis.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).

4. E. cristato-pinnatum Sch. in herb. — Monoicum, caulis secundarius humifusus in tota longitudine radicosus, regulariter pinnatus, ramis simplicibus minoribus obtusiusculis 5-10 mill. longis, compressis, dense foliosis, viridibus, nitentibus. Folia patula, falcata, superne infra apicem torquata recurva, fere e basi serrulata, folia media acuminata, costis obsoletis; cellulis angustis alaribus paucissimis magnis albidis fugacibus. Folia perichætialia longe cuspidata subdenticulata. Capsula in pedicello tenuissimo rubello 2 cent. longo nutans, irregularis, ovata, sub ore coarctata, collo brevi vel nullo, operculo breviter apiculato.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par.).
Voisin de l'*Ectropothecium Buitenzorgii.*

Folia cellulis amplis laxe areolata.

5. E. eurydictyon Besch. — Monoicum, repens, ligno adnatum, flaccidum, laxe cespitosum, pallide lutescens. Caulis uncialis vel major, pinnatim ramosus, ramis brevibus vix centimetro altis patentibus. Folia patula, remota, flexuosa, inferiora et lateralia late ovata, plus minus breviter cuspidata, superiora adpressa ovata, omnia eleganter areolata, ecostata vel obsolete bicostata, integerrima vel raro apice subdenticulata; cellulis amplis regulariter hexagonis pellucidis vel utriculi primordialis vestigiis vix præditis. Folia perichætialia cuspidata integra. Capsula in pedicello 15-20 mill. longo lævi purpureo apice flexuoso horizontalis, ovata, basi vix dorso strumosa, operculo late et alte conico acuto. Calyptra lævis. Peristomium....

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp., n° 22).

6. E. EURYCLADIUM Besch. — Dioicum ? Caulis longe repens flavide fuscescens, vel rubellus, ramis jam e basi eleganter pinnatis ramosus, ramulis patentibus fere 5 mill. longis simplicibus. Folia plus minus ovato-cuspidata, erecto-patentia, flexuosa squarrosa, superiora longiora falcatula vel hamata, omnia superne serrulata, costis brevibus sæpe vix distinctis, marginibus planis infra apicem subincurvis ; cellulis amplis utriculo primordiali repletis. Folia perichætialia late lanceolata, longe cuspidata, vix denticulata. Cætera mihi ignota.

Guadeloupe (L'HERMINIER, in herb. Mus. Par., sub *Hypno insularum*). Voisin des *Ectrop. crassicaule* Mitt. et *subdenticulatum* ~~G. Müll.~~ Remarquable par ses tiges secondaires régulièrement et longuement pennées ; diffère de l'*E. polypterum* par ses feuilles non falciformes, plus aiguës et munies de cellules larges.

7. E. LEUCOCLADIUM Sch. in herb. — Monoicum, caulis gracilis, repens, debilis, longus, irregulariter pinnatus, luteolus, radiculosus, ramis gracilibus brevibus patulis flexuosis intricatis divisus. Folia caulina latiora, remota, patenti-flexuosa ovata, plus minus longe acuminata, apice tortilia. Folia ramea difformia subrotunda, ovata, minora, inferiora ovalia acutiora, integerrima vel obsolete denticulata, ecostata, margine parum reflexo ; cellulis omnibus late longeque hexagonis ob utriculum primordialem persistentem opacis, basilaribus conformibus. Perigonialia supra et infra perichætium exoriunda, globosa, foliis ovalibus integerrimis, antheridiis crassis brevibus, archegoniis æquilongis. Perichætialia albida foliis superioribus ovato-concavis longe cuspidatis integerrimis, intimis apice obsolete denticulatis, cellulis latioribus subhyalinis. Capsula in pedicello erecto apice tortili lævi ferrugineo pendula, vel ob pedicelli torsionem horizontalis, globosa vel oblongo-ovata, æqualis, sub apice strangulata, deoperculata obconica, annulata, fusca, operculo pallido basi crasse mamillato, late et breviuscule acuminato. Peristomii dentes interni ferruginei, punctulati, ciliis solitariis brevioribus hyalinis.

Guadeloupe (Coll. BALBIS, 1825, in herb. Husnot, sub *Hypno capil-*

lari Sw.); aux abîmes, près des portes de la Pointe-à-Pitre (L'Herminier, in herb. Mus. Par., et nº 51, in herb. Schimp.). — Martinique, sur la terre et les pavés du jardin des plantes de Saint-Pierre (Husnot, *exsicc.*, nº 173).

Très-voisin de l'*Hypnum vesiculare* Sch., mais différent au premier abord par les tiges irrégulièrement rameuses non pennées.

8. E. amphibolum Spr., in Mitt., *loc. cit.*, p. 519.

Guadeloupe (Sprengel, ex Mitten; L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *Hypno insularum*).

Assez répandu dans les Antilles et dans l'Amérique tropicale.

Gen. VI. — MICROTHAMNIUM Mitt.

Caules inferne stipitiformes superne arbusculosi. Folia æqualia bicostata cellulis angustis areolata. Capsula longe pedicellata, pendula, brevirostris. Peristomium ciliis perfectis vel plus minusve abortivis aut nullis.

M. reptans Sw., sub *Hypno;* C. Müll., *Syn.*, II, p. 268; Mitt., *loc. cit.*, p. 506. — Monoicum, cespites laxi, lati, intense virides, vel lutescentes. Caulis repens intricatus, ramis stipitatis arbusculosis fere e basi foliosis arcuatis proliferis apice radicantibus bipinnatim ramulosis. Folia caulina, ramorum primariorum latissime cordata, decurrentia, cuspidata, squarrosa, integra vel apice subdenticulata, breviter bicostata, cellulis ad angulos quadrato-ovatis incrassatis in macula excavata congestis. Folia ramea remota subdisticha, anguste ovato-lanceolata, minora, serrulata, inferiora minuta obtusa, costis binis brevibus vel obsoletis, cellulis apice papillosis. Folia perichætialia superiora ovato-lanceolata, longe attenuato-cuspidata, plus minusve reflexa, subdenticulata, inferiora concava obtusa. Capsula in pedicello circiter 2 cent. longo lævi horizontalis, vel nutans, vel ob pedicelli torsionem erecta, ovata, arcuata, sub ore majusculo coarctata. Peristomii dentes interni externos æquantes, ciliis duobus brevioribus liberis articulatis, operculo breviter rostrato.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *Hypno pendulo* et *Langsdorfii*; sur la terre, vallée Saint-Louis, ravine aux Écrevisses, chemin de la Soufrière (Husnot, n° 181). — Martinique (herb. Cosson).

Var. *squarrulosum* : gracilius, surculo denudato longiore, foliis rameis minoribus squarrulosis luteo-fuscescentibus.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Mus. Par., sub *Hypno Langsdorfii*).

Cette espèce est largement répandue dans les Antilles, à la Jamaïque, à Cuba, à la Trinidad, ainsi que dans les États de Venezuela et à l'Équateur. Elle varie beaucoup par le port plus ou moins robuste et par la couleur des feuilles, qui est tantôt d'un vert intense, tantôt d'un jaune roussâtre. Les échantillons types de l'*Hypnum reptans*, récoltés par Swartz à la Jamaïque, et qui m'ont été communiqués par M. Angström et par le musée de Stockholm, sont semblables aux échantillons de la Guadeloupe, et rien n'autorise à rapporter ces derniers à l'*Hypnum Langsdorfii* Hook. Quant à l'*Hypnum pendulum* Hpe, de la Trinidad, il ne paraît être qu'une forme de l'*Hypn. reptans*. M. Hampe dit avec raison (*Prodrom. Fl. novæ-granat.*, p. 112) : « *Hypna reptantia* maxime intricata, in America tropica sæpissime obvia, adhuc non satis cognita, confusa. »

Gen. VII. — HYPNUM Dill. emend.

Subg. CAMPYLIUM Spr.

1. H. hispidulum Brid.; C. Müll., *Syn.*, II, p. 440; Mitt., *loc. cit.*, p. 631, sub *Campylio*.

Forma *major*.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp., sub *Hypn. stellulato* Sch.)

Mousse d'un vert roussâtre, à feuilles squarreuses. Les échantillons stériles tiennent le milieu entre l'*Hypnum Sommerfeltii* et l'*Hypn. chrysophyllum* et ne paraissent pas différer, quant aux organes de végétation, les seuls que j'aie eus sous les yeux, de l'*Hypn. hispidulum* des États-Unis, qu'on retrouve d'ailleurs aussi à la Nouvelle-Grenade.

2. H. Husnoti Sch. in herb. — Cespitosum, flaccidum, intricatum, e viridi-stramineum, sericeum. Folia erecto-patentia, flexuosa, ovata, concaviuscula, acuminata cuspidatave, basi angustiore, apice divaricato vel contorto, integerrima vel obsolete denticulata, ecostata; cellulis elongatis flexuosis, basilaribus brevioribus sed latioribus. Folia perichætialia si-

milia sed longius cuspidata. Capsula in pedicello unciali lævi horizontalis, brevis, subarcuatus. Peristomii dentes externi intus valde cristati, ciliis vix brevioribus coalitis. Operculum breviter conico-apiculatum. Calyptra lævis cucullata.

Guadeloupe, chemin de la Soufrière (Husnot, *exsicc.*, n° 175. — Martinique, montagne Pelée (Husnot, n° 175).

Subg. DREPANIUM.

3. H. cupressiforme L.

Guadeloupe (L'Herminier, in herb. Schimp.).

Forme se rapprochant beaucoup par le port de l'*Hypnum fertile* d'Europe, mais présentant tous les caractères de l'*Hypnum cupressiforme*.

Fam. — SPHAGNINEÆ.

Gen. — SPHAGNUM Dill.

Cellulæ corticales fibrosæ, striatæ.	*S. Herminieri.*
Cellulæ corticales efibrosæ, sæpe porosæ :	
Folia caulina cuneiformia, obsolete acuminata .	*S. Antillarum.*
Folia caulina oblongo-spathulata :	
Cellulæ apicales subquadratæ.	*S. Husnoti.*
Cellulæ apicales flexuosæ.	*S. guadalupense.*

1. Sph. Antillarum C. Müll., *Syn.*, I, p. 95. — Cespites laxi pedales molles, dilute ferruginei vel albicantes, ramis patentibus laxe foliosis cuspidatis attenuatis, comalibus brevissimis obtusis dense foliosis. Cortex e triplici serie cellularum inanium compositus. Folia caulina oblonga, apice obtusa, obscure tridentata, vix involuta, integerrima; cellulis basilaribus inanibus longioribus latioribusque, e medio ad apicem flexuosis, porosis et fibrosis, marginalibus angustioribus longioribus pellucidis limbum hyalinum simulantibus. Folia ramea ovalia e medio ad apicem involuta, integerrima, fibrosa et porosa, apice obscure 3-4 dentata.

Guadeloupe : la Soufrière (Lesueur, 1822, in herb. Mus. Par.; Perrottet, 1842, herb. Mus. Par.; L'Herminier, herb. Mus. Par.); le Ma-

touba, riv. Rouge, la Soufrière (HUSNOT, *exsicc.*, n° 191, échantillons stériles).

Assez semblable au *Sph. meridense* Hpe ; mais s'en éloigne par les feuilles caulinaires à cellules supérieures remplies de fibres et de pores nombreux et à cellules marginales hyalines en très-petit nombre, tandis que ces dernières occupent plus de la moitié de la largeur des feuilles dans les échantillons de *Sph. meridense* récoltés par Moritz.

2. SPH. GUADALUPENSE Sch. in herb. Mus. Par. — Robustum, compactum, densissime ramulosum, ferrugineum, ramulis patentibus obtusis. Cortex caulis e triplici serie cellularum parce porosarum efformatus, cellulis ramulorum similibus. Folia caulina oblonga, rotundata, marginibus tantum apice cucullato-fimbriatis, cellulis basi paulo minoribus sed latioribus, vix inanibus, dein fibrosis, mediis et superioribus porosis et fibrosis. Folia ramea ovata apice late involuta, marginibus summo serrato-fimbriatis ; cellulis apicalibus subquadratis porosis et fibrosis, interstitiis opacis.

Guadeloupe (L'HERMINIER), associé aux autres *Sphagnum*.

Tient le milieu, par le port, entre la var. *congestum* du *Sph. cymbifolium* et le *Sph. subsecundum*.

3. SPH. HUSNOTI Sch. in herb. — Habitu *S. mollusco* simile sed structura diversum. Dense cespitosum, albicans. Caulis erectus, gracilis, densissime ramosus, ramis numerosissimis brevissimis deflexis obtusiusculis, attenuatis vix 5-7 mill. longis. Cortex e bi-triplici serie cellularum inanium apice poro singulo pertusarum compositus, infra cellulas hyalinas purpureus ; cellulis ramorum similibus. Folia caulina basi ovali-rotundata, concava, marginibus subserratis, apice paulo involutis, cellulis basilaribus inanibus longis latisque subhexagonis, interstitiis latis crassis flavidis medio chlorophyllosis, cellulis mediis minoribus serpentinis porosis et fibrosis, superioribus subquadratis utriculi primordialis vestigio poris et fibris repletis. Folia ramea ovalia concava vix cucullata, marginibus subserrulatis, cellulis flexuosis fibrosis et porosis, interstitiis opacis crassis.

Guadeloupe (Perrottet, 1842, in herb. Mus. Par.); la Soufrière (Husnot, *exsicc.*, n° 189).

4. Sph. Herminieri Sch. in herb. — Habitu *Sph. cymbifolio* et *S. portoricensi* Hpe simile, robustum, ferrugineum, ramis remotis 2-3 majoribus subclavatis patulis turgescentibus angustioribus cuspidatis adpressis, comalibus plus minusve longis. Cortex caulinus e triplici serie cellularum poris fibrisque repletarum compositus, cellulis ramorum similibus. Folia caulina oblongo-rotundata, marginis cellulis dirutis fere undique fimbriato-ciliatis, cellulis basilaribus amplioribus inanibus, mediis sinuosis fibrosis, superioribus subquadratis porosis fibrosisque, interstitiis lutescentibus. Folia ramea concava rotundata apice inflexa, marginibus basi subdentatis dein fimbriatis, cellulis basilaribus majoribus latioribus fibrosis mediis flexuosis superioribus valde porosis, interstitiis (cellulæ chlorophyllosæ) latissimis, crassis, valde chlorophyllosis, densissime utrinque fibrillosis subciliatis.

Guadeloupe : sommités des forêts (L'Herminier, 1862); sommet du morne de la Découverte, 1000-1470 m. altit. (Husnot, *exsicc.*, n° 190).

Très-belle espèce, voisine des grandes formes du *Sph. cymbifolium*, dont elle diffère par les feuilles caulinaires plus courtes, à marge presque partout fimbriée et à cellules remplies de fibres et de pores, ainsi que par les cellules chlorophylleuses (*interstitia* Hpe, *spatia* Mitt., *ducti intercellulares* C. Müll.), beaucoup plus larges et couvertes de papilles ciliées ou de fibres rudimentaires. — Se rapproche également du *Sph. portoricense* Hpe, mais s'en éloigne par les mêmes caractères.

Forma *minor* : caule sæpissime simplici minore vix 5 cent. alto, ramis minoribus angustioribus.

Guadeloupe, savane à déjeuner, auprès du cône de la Soufrière (Beaupertuis, 1839, herb. Mus. Par.; L'Herminier, associé aux autres *Sphagnum*).

SUR

LA TRANSFORMATION DU SUCRE CRISTALLISABLE EN PRODUITS CELLULOSIQUES

ET SUR

LE ROLE PROBABLE DU SUCRE DANS LA VÉGÉTATION

Par M. DURIN.

PREMIÈRE PARTIE.

FERMENTATION CELLULOSIQUE DU SUCRE DE CANNE.

Avant de rendre compte des résultats de nos observations sur cette transformation particulière du sucre, il est utile de se rappeler les circonstances qui nous ont amené à en entreprendre l'étude ; elles sont du reste étroitement liées à notre sujet.

Dès 1868 nous avions remarqué dans le jus de Betterave quelques grumeaux blancs assez durs dont l'origine n'était guère expliquée. On sait que dans la fabrication du sucre la Betterave est râpée et ensuite pressée ; le jus exprimé contient toujours en suspension une certaine quantité de fragments du tissu cellulaire, les uns assez gros, d'autres presque imperceptibles. Si l'on fait passer ce jus sur un tamis pour en séparer les parties flottantes, et si le dépôt reste pendant quelques heures sur le tamis, on remarque qu'il est composé non-seulement de débris du tissu cellulaire de la Betterave, mais encore d'un grand nombre de ces grumeaux blancs, résistants, ayant environ 3 millimètres de côté.

Il venait d'abord à la pensée de considérer ces grumeaux, non comme le résultat d'une formation spéciale due au sucre, mais plutôt comme une concrétion du protoplasma de la Betterave, et une étude plus approfondie ne paraissait guère intéressante; mais quelque temps après, la même année, une autre circonstance s'est présentée.

Cinquante hectolitres environ d'une dissolution neutre de mélasses indigènes étaient préparés dans une cuve de bois ayant servi pendant quelques jours de réservoir de passage à du jus de Betterave. Cette cuve avait été vidée et lavée à grande eau avant d'y mettre la solution; mais les parois étaient couvertes d'*une faible couche de dépôt organique impalpable, provenant de ce jus de Betterave*. La densité de cette dissolution de mélasses était de 1,060, sa température de 22 degrés environ, et sa composition chimique était :

Eau	85,60
Sucre cristallisable	10,00
Sels minéraux et organiques	2,40
Matières organiques indéterminées	3,00
	100,00

Une circonstance de fabrication en empêcha l'emploi immédiat. Douze heures après la préparation, tout le contenu de la cuve se trouva transformé en une masse gélatineuse compacte, composée de grumeaux cubiques semblables à ceux qui s'étaient formés sur le tamis employé à la séparation des matières en suspension du jus de Betterave, mais moins résistants cependant. La partie liquide qui baignait et imprégnait ces grumeaux était visqueuse. Cette forme cubique doit-elle être considérée comme un état morphique de la matière, ou comme une forme prise par une contraction du produit pendant sa formation? Nous ne pouvons le dire; mais nous avons remarqué généralement cette forme plus ou moins régulière dans les différents cas où nous avons obtenu cette substance.

En lavant à grande eau la masse gélatineuse, nous en séparâmes les grumeaux qui restèrent isolés et parfaitement insolubles dans l'eau. Il ne pouvait être question ici de concrétions du protoplasma, puisque la mélasse avait subi toutes les opérations de la fabrication du sucre, traitée par la chaux, filtrée et cuite plusieurs fois. On se trouvait donc en face d'une transformation particulière dont l'étude offrait un intérêt et une utilité réels. La question fut du reste jugée immédiatement en principe par une expérience dont nous parlerons plus longuement plus loin. Une certaine quantité de la masse gélatineuse fut mélangée à une solution neutre de mélasse, dans la proportion d'un dixième environ du volume, et douze heures après toute la solution fut transformée en un produit semblable : *dans la Betterave et dans cette mélasse il y avait donc eu un ferment spécial qui opérait cette transformation.*

Notre attention étant éveillée sur ce point, nous avons eu occasion de remarquer le même genre d'altération sous divers états et à diverses phases de la fabrication du sucre :

1° Les presses continues servant à l'extraction du jus de Betterave se garnissent rapidement de concrétions blanches et élastiques. Sans savoir à quelles causes attribuer ces formations, on avait remarqué que l'acidité du jus les empêchait de se produire; l'acide sulfureux surtout avait une action préservatrice énergique. *Nous ferons remarquer, en passant, que les acides minéraux ne conviennent pas à toutes les fermentations, et que l'acide sulfureux est antiseptique.*

2° Lorsque le travail de la sucrerie a été fort peu alcalin, on rencontre, sous une apparence plus gélatineuse et moins opaque, de ces grumeaux en suspension dans le sirop, et l'on peut les recueillir sur les filtres.

3° Enfin les eaux faiblement sucrées et très-salines d'exosmose provenant du travail des mélasses par l'osmose de M. Dubrunfaut, éprouvent très-facilement cette transformation. Des concrétions se forment souvent en stalactites autour des faibles fuites des appareils, et si l'on fait refroidir ces eaux d'exosmose, les appareils refoidisseurs se remplissent assez rapidement des mêmes produits.

Ayant fait connaître les diverses circonstances où ces altérations s'étaient manifestées spontanément en apparence, ou du moins sans causes connues, il nous restait à chercher d'abord quel était le corps gélatineux qui s'était formé, ses principales propriétés chimiques et physiques, et ensuite son mode de génération.

Composition et conditions de génération de la matière gélatineuse obtenue dans les sucreries.

La matière gélatineuse provenant de la prise en masse de la dissolution de mélasse a été lavée à grande eau à plusieurs reprises, pour séparer les grumeaux de la partie liquide et pour obtenir le résidu insoluble dans un état de pureté complet. L'apparence de ces grumeaux faisait supposer qu'ils pouvaient être des matières pectiques, mais leur insolubilité complète à l'ébullition prolongée dans une eau fortement alcalinisée de soude caustique a démontré qu'il n'en était rien. Enfin une étude plus complète a prouvé que leur composition et leurs propriétés étaient celles de la cellulose. Ils se dissolvent par une longue ébullition dans l'eau fortement chargée d'acide sulfurique et se convertissent en glycose (1). Ils se dissolvent dans la liqueur de Schweitzer, sont insolubles dans l'acide azotique monohydraté, et enfin peuvent se convertir en pyroxyle.

On se rappelle que la masse gélatineuse était composée de grumeaux insoluble et que le liquide qui les baignait était visqueux. En versant de l'alcool à 95 degrés dans ce liquide visqueux, on en précipitait une masse blanche, amorphe et élastique comme du caoutchouc ou du gluten. Des lavages successifs à l'alcool concentré permettaient d'amener cette masse à un degré de siccité suffisant pour pouvoir la pulvériser dans un mortier sous l'alcool; mais elle était extrêmement hygroscopique et reprenait rapidement de l'eau par son exposition à l'air. Elle se convertit également en glycose par son ébullition dans l'eau acidulée, et desséchée complétement, elle présente les mêmes réactions que les grumeaux aux réactifs de la cellulose.

Nous avons dit plus haut que pour nous rendre compte du mode de génération de ces formations cellulosiques, nous avions déterminé la transformation d'une dissolution de mélasse en y ajoutant un dixième environ de son volume du produit obtenu spontanément dans la cuve renfermant les cinquante hectolitres de mélasses dont nous avons parlé. Cette transformation obtenue, nous avons remarqué que le sucre cristallisable avait disparu, et qu'il était remplacé en grande partie par du sucre interverti.

---

(1) Cette observation a été faite conjointement avec M. d'Henri, préparateur à la Faculté des sciences de Lille en 1868.

Nous avons séparé les grumeaux et nous les avons lavés jusqu'à ce qu'ils fussent complétement décolorés, et jusqu'à ce que l'eau de lavage ne contînt plus la moindre trace de sucre.

Une dissolution renfermant 9gr,47 pour 100 de sucre pur, $C^{12}H^{22}O^{11}$ (1), fut mise en contact pendant une semaine avec une quantité de grumeaux lavés, occupant dans le flacon une hauteur d'un centimètre environ. Le nombre des grumeaux augmenta rapidement, leur volume s'éleva dans le vase à une hauteur de 7 centimètres, et la solution sucrée devint visqueuse. Le sucre qui restait dans la liqueur était interverti en sucre incristallisable. Ces matières tiraient donc leur origine du sucre lui-même, et avaient été formées probablement par le dédoublement du sucre de Canne en cellulose et en glycose, suivant la formule toute simple $2\ (C^{12}H^{22}O^{11}) = C^{12}H^{22}O^{10} + C^{12}H^{24}O^{12}$. Ajoutons que *jamais la fermentation cellulosique ne s'opère dans une solution de sucre interverti*. Ces observations préliminaires nous ont permis de poser l'équation précédente sans trop d'imprudence; dans la suite de ce mémoire, *nous pourrons du reste établir une équivalence très-approchée de cette réaction*.

Il y avait eu, dans l'expérience dont nous venons de rappeler le résultat principal, un dégagement sensible de gaz; mais comme cette fermentation avait été accompagnée d'une faible acidification, il est certain que l'acide carbonique dégagé provient de la fermentation alcoolique, puis acétique, qui s'est opérée parallèlement à la fermentation cellulosique. Lorsque la quantité de ferment est très-considérable, la transformation est fort rapide, la liqueur reste neutre, et il n'y a pas alors de dégagement gazeux. Le ferment cellulosique, soit par lui-même, soit par l'action de globules de ferment alcoolique qu'il pouvait contenir, avait donc non-seulement transformé le sucre de Canne en cellulose et en glycose, mais il avait encore interverti une certaine quantité de sucre, par une réaction analogue à celle des ferments alcooliques, qui possèdent cette propriété (Dubrunfaut). A partir du moment où tout le sucre de la solution était interverti, la fermentation cellulosique était suspendue.

---

(1) $C = 12$, $H = 1$, $O = 16$.

A première vue, il y avait là deux actions distinctes :

1° Transformation de sucre de Canne en cellulose concrète; en grumeaux séparés, spongieux et absolument insolubles dans l'eau.

2° Formation de matière cellulosique amorphe insoluble, mais se gonflant indéfiniment et donnant à la dissolution une apparence visqueuse. Cette matière ne présente pas de caractères d'organisation au microscope; elle se précipite par l'alcool en une seule masse et contient quelques globules ovoïdes soudés les uns aux autres perpendiculairement à leur grand axe.

Cependant la composition chimique de ces deux produits est la même ; tous deux se convertissent en glycose par une ébullition prolongée dans l'eau fortement acidifiée d'acide sulfurique, et se dissolvent dans la liqueur de Schweitzer. L'acide azotique monohydraté gonfle *partiellement* la cellulose précipitée, mais il paraît agir à la manière de l'eau ; car si l'on ajoute de l'acide sulfurique monohydraté, il n'y a plus de gonflement, mais conversion en pyroxyle. Cette désagrégation partielle n'est pas un caractère contraire à nos conclusions, car la cellulose des Lichens et des Champignons se désagrége aussi dans l'acide azotique.

Il n'y a donc pas deux produits différents au point de vue chimique; mais les grumeaux paraissent être des concrétions de la cellulose gonflée, formées sous une influence indéterminée et dans un état d'organisation plus avancé. Dans nos opérations de laboratoire, nous n'avons pas pu obtenir de formations cellulosiques en grumeaux, sans la présence de grumeaux préexistants; dans les autres cas, nous n'avons eu que de la cellulose amorphe. Par exception et dans deux circonstances seulement, nous avons eu quelques grumeaux dans un liquide n'en contenant pas primitivement; il est donc permis de supposer que ces deux formations cellulosiques sont absolument de même nature, et que leur aspect physique dépend d'un état moléculaire particulier.

Comme nous l'avons dit, la fermentation cellulosique ne se produit *jamais* dans une solution de *glycose* ou de *mannite*, et se distingue par cette particularité de la nature des fermentations alcoolique et lactique, qui ne s'opèrent qu'après la transformation du sucre de Canne en glycose, sous l'influence des ferments. En outre, la condition initiale de toute fermentation alcoolique est l'acidité de la liqueur; pour la fermentation lactique, c'est l'alcalinité; la fermentation cellulosique exige la neutralité pour s'établir et se propager, et surtout si l'on veut éviter toutes les fermentations parallèles et rechercher l'équivalence du dédoublement pur et simple du sucre de Canne en cellulose et en glycose.

En résumé : 1° *Le sucre de Canne seul se transforme en produits cellulosiques; la glycose et la mannite ne subissent pas cette transformation.*

2° *On ne peut arriver à constater l'équivalence très-approchée du dédoublement du sucre de Canne* $C^{12}H^{22}O^{11}$ *en glycose* $C^{12}H^{24}O^{12}$ *et en cellulose* $C^{12}H^{20}O^{10}$ *qu'autant qu'il n'y a pas eu de fermentations secondaires.*

3° *Une fermentation parallèle suspend la fermentation cellulosique en transformant le sucre de Canne en glycose.*

Ces premières expériences ont été bien plutôt qualitatives que quantitatives; lorsque nous avons observé pour la première fois ces produits cellulosiques, nous ne comprenions pas encore quelle extension leur étude pouvait prendre. Elles ont été faites en 1868; des circonstances particulières ne nous ont pas permis de les continuer, et tout en notant les diverses observations que nous faisions de loin en loin, nous n'en avons repris réellement le cours qu'en 1874. Nous avons fait toutes nos expériences sur la transformation du sucre par les organes végétaux et, en réalité, notre mémoire presque complet, au Muséum d'histoire naturelle, où M. Decaisne a bien voulu nous accueillir. La même année, c'est-à-dire en 1874, le docteur Scheibler, chimiste allemand, qui fait des sucres son étude de prédilection, a rencontré des produits analogues, auxquels il a donné le nom de *dextrane* ou *dextrine insoluble;* il s'est surtout occupé de rechercher les combinaisons de ce corps avec la chaux, et il en a trouvé de remarquables. Ce travail est important au point de vue spécial d'abord, et les conséquences physiologiques qu'il peut amener ensuite sont également sérieuses : si, au lieu de se placer à son point de vue, on considère la cellulose de sucre comme un produit se formant dans les végétaux, les combinaisons de chaux et de cellulose peuvent aider à expliquer les localisations de chaux dans les plantes. M. Dubrunfaut avait déjà constaté que les sels de chaux existaient surtout dans les tissus végétaux et qu'il n'y en avait guère dans les liquides. M. Vesque, préparateur au Muséum, dont les travaux d'anatomie végétale sont bien connus, a constaté des effervescences dues à un dégagement d'acide carbonique, en faisant réagir sous le microscope un fragment de cuticule végétale et une goutte d'acide sulfurique. Il est fort possible que la cellulose à l'état naissant puisse se combiner avec la chaux. Dans la suite de nos essais, nous sommes arrivé à constater, sinon cette combinaison, du moins cette absorption, et nous rendrons compte de nos résultats. Quoi qu'il en soit, le docteur Scheibler avait conclu à la découverte d'*un corps nouveau dû à une concrétion du protoplasma de la Betterave*. C'était une simple hypothèse d'un caractère bien vague, et n'éveillant aucune idée nette, le protoplasma étant lui-même peu connu et d'une composition multiple. En décembre 1874, M. Jubert, de Saint-Leu d'Esserent (1) n'a pas admis les explications du docteur Scheibler (2), et a vu avec raison dans ces productions le résultat d'une fermentation; il a, dit-il, obtenu leur propagation avec dégagement de gaz. Il ne s'en est pas occupé davantage; toutefois il indique comme preuve de la fermentation le dégagement d'acide carbonique, mais ce dégagement était certainement dû à une fermentation alcoolique ou mannitique concomitante.

---

(1) *Journal de la sucrerie indigène*, 5 et 10 décembre, 1874

(2) Korn, *Landwirthsch* (*Jarbücher*, 1874, p. 231). Nous avions étudié ces produits plusieurs années avant M. le docteur Scheibler, mais il a publié avant nous ses études sur la dextrane.

Dans une question aussi délicate, il serait dangereux d'émettre une opinion trop affirmative; mais il semble que ce ferment cellulosique agit d'une manière moins indépendante que les ferments globulaires déterminés, qui vivent isolés dans la liqueur en fermentation; à moins toutefois qu'il ne soit doué d'une intensité extraordinaire. En effet, si l'on considère que les grumeaux de cellulose lavés à grande eau, et ne pouvant renfermer que peu de globules de ferment, se propagent dans une solution de sucre pur; que les nouveaux grumeaux peuvent eux-mêmes en produire d'autres, sans qu'il y ait d'éléments azotés nouveaux; en remarquant toutefois que cette propagation a un terme, et que les grumeaux reproduits plusieurs fois dans une solution de sucre pur n'ont plus une action aussi intense, il faut en conclure, ou bien que ces globules primitifs ont une action persistante et énergique, ou bien que cette cellulose se reproduit par bourgeonnement, et constitue pour ainsi dire un corps qui végète et trouve une nourriture suffisante dans un milieu de sucre pur. Il n'est pas inutile de dire que nous avons même pu obtenir cette fermentation, bien qu'avec moins d'intensité, en employant des grumeaux non-seulement lavés à grande eau, mais encore desséchés complétement par l'alcool à 96 degrés. Il semble aussi que si la cellulose concrète ne constituait pas elle-même un organisme végétant dans le milieu qui lui convient, la fermentation devrait être fort rapide en présence d'une grande quantité de grumeaux. Mais il ne paraît pas en être ainsi. S'il y a beaucoup de ferment, la cellulose amorphe se forme très-rapidement, mais les grumeaux n'augmentent pas avec une activité correspondante; comme il y a beaucoup de centres de bourgeonnement, il y a croissance multipliée, et il paraîtrait que l'augmentation du dépôt de grumeaux tient surtout à cette cause : mais nous ne pouvons que faire des hypothèses à cet égard.

Enfin, si l'on se rappelle que, bien qu'ayant pu à volonté produire de la cellulose amorphe, précipitable par l'alcool, nous n'avons pas obtenu de cellulose concrétée en grumeaux, sans avoir de grumeaux auparavant pour semence, il y a lieu de croire qu'ils sont bien le résultat d'une organisation qui se développe, mais que cet organisme ne prend pas naissance sous l'influence seule du ferment qui produit la cellulose en empois.

Action qu'exercent quelques substances sur la fermentation cellulosique.

Nous avions, dès le principe, reconnu l'utilité de la neutralité des liqueurs dans lesquelles nous voulions provoquer la fermentation cellulosique ; les acides minéraux et les alcalis l'empêchent de se produire. Nous avons essayé si quelques-uns des sels qui favorisent en général les fermentations ne lui donneraient pas aussi plus d'intensité. Nous avons dissous isolément, puis ensemble, dans le milieu sucré, de faibles quantités de phosphate d'ammoniaque, de tartrate de potasse, d'acétate de potasse, et nous n'avons pas obtenu de résultat appréciable.

Nous avons enfin composé une liqueur de la manière suivante :

Eau	2000
Sucre	100
Acide tartrique	1,50
Sulfate d'ammoniaque	0,75
Phosphate d'ammoniaque	1,00
Azotate de potasse	2,25

La fermentation cellulosique n'a pas eu lieu, les sels ont favorisé la naissance d'*Aspergillus* et de Champignons, et le sucre cristallisable s'est transformé en glycose et en acides.

Nous avons plus tard, et dans un autre but, essayé l'action du carbonate de chaux, du carbonate de baryte, de la magnésie ; mais nous en parlerons dans une autre partie de ce mémoire.

Nos premières observations de 1868, confirmées dès l'abord au Muséum, nous avaient bien démontré l'existence incontestable d'un ferment spécial, transformant le sucre de Canne en cellulose, et nous avions pu en reconnaître les principales propriétés ; mais sa nature nous était inconnue, et cette ignorance était embarrassante même pour la suite de cette étude.

Cependant avant de rendre compte des essais qui nous ont amené à reconnaître la nature probable de ce ferment, nous devons insister sur les diverses formes que prend la cellulose produite et sur la cause apparente de ces aspects variés. Il semble nécessaire de séparer nettement la réaction en deux phases différentes : *il y a un ferment qui transforme le sucre de Canne en cellulose ;* selon les conditions du milieu dans lequel s'opère la transformation, cette cellulose, *ou reste gonflée sans organisation*, *ou s'organise en grumeaux*. Dans le premier cas, *la solution sucrée acquiert une viscosité extrême ;* dans le second cas, *la cellulose insoluble se dépose* et la liqueur reste absolument limpide *et sans la moindre viscosité*. D'autres fois, *les grumeaux insolubles commencent à se produire*, mais cette formation s'arrête, et *la cellulose visqueuse seule* continue à se former. Il y a là évidemment similitude d'action, mais l'organisation est entravée par la condition défavorable du milieu.

Enfin, lorsqu'on a des *grumeaux de cellulose insoluble, ces grumeaux lavés* peuvent eux-mêmes produire de nouvelles formations semblables dans du sucre pur ; mais si, encore une fois, le milieu ne convient pas, il se forme en même temps une quantité plus ou moins grande de cellulose gonflée.

Il y a donc un ferment premier qui peut dédoubler le sucre en cellulose et en glycose, et cette cellulose, *si elle est organisée en grumeaux insolubles*, a elle-même toutes les propriétés du ferment premier, et le remplace avec grand avantage ; il semble alors que ce soit une vie qui se continue soit par bourgeonnement, soit d'une autre manière.

Ces caractères distinguent nettement cette fermentation de la fermentation visqueuse étudiée par plusieurs savants éminents, notamment par MM. Berthelot, Fremy, Pasteur, Péligot, et observée par Braconnot, Tilley, Desfosses, etc. Nous reviendrons plus loin sur les autres différences qui les séparent.

Dans nos premières expériences de 1868 nous n'avions jamais pu obtenir de cellulose organisée dans une solution sucrée dans laquelle nous n'en avions pas semé. Nous en obtenons maintenant, en plus ou moins grande quantité, baignée dans la solution visqueuse, si nous avons pu rencontrer les conditions nécessaires du milieu.

Les sels de chaux à acides faibles paraissent utiles à l'organisation, surtout lorsqu'on opère en l'absence initiale de tout grumeau organisé; les sels de chaux sont encore utiles pour obtenir une transformation complète du sucre en grumeaux de cellulose sans production de cellulose gonflée. Ainsi une solution sucrée contenant 10 pour 100 de sucre a été additionnée d'une certaine quantité de grumeaux fraîchement produits, la fermentation a eu lieu en présence du *carbonate de chaux précipité. La transformation du sucre a été complète; la liqueur n'avait pas la moindre viscosité, elle contenait des traces seulement de cellulose gélatineuse précipitable par l'alcool*, et la moitié du vase était occupée par de la cellulose insoluble en grumeaux. Le liquide clair contenait :

Sucre cristallisable....................................	des traces
Sucre interverti....................................	5,05

L'ébullition de cette liqueur en présence de l'acide sulfurique n'a pas modifié la teneur en sucre interverti. L'essai a été fait par la liqueur cupro-potassique; c'est donc bien du sucre interverti qui s'est produit et non de la mannite, puisque la mannite ne réduit pas le tartrate cupro-potassique. L'inversion par les acides n'ayant pas changé les résultats, il ne restait donc plus de sucre de Canne. En outre, des expériences précédentes avaient prouvé que la glycose produite déviait à gauche la lumière polarisée, et la *mannite est inactive;* c'est donc là encore une distinction entre la fermentation cellulosique et la fermentation visqueuse.

Cette expérience a de plus confirmé le dédoublement du sucre de Canne en cellulose et en sucre interverti, suivant la formule toute simple que nous avions supposée: $2\,(C^{12}H^{22}O^{11}) = C^{12}H^{20}O^{10} + C^{12}H^{24}O^{12}$.

L'hypothèse de la vitalité des grumeaux se propageant par une action quelconque est peut-être appuyée par l'influence très-sensible que la lumière exerce sur leur développement.

Deux solutions sucrées semblables et contenant le même volume de grumeaux ont été mises, l'une *à la lumière*, l'autre dans l'*obscurité*. Le flacon exposé à la lumière a été bien plus rapidement que l'autre en activité, et le lendemain le volume des grumeaux dans ce flacon était d'un tiers plus important que dans le flacon soustrait à la lumière. La fermentation dans l'obscurité a néanmoins été complète, mais beaucoup plus lente.

En opérant ces fermentations à l'aide de grumeaux organisés, les sels de potasse, les phosphates de chaux, n'ont pas paru avoir d'effets bien sensibles; le carbonate de chaux précipité semble avoir une influence prédominante sur les autres sels.

Recherches de la nature du ferment cellulosique.

Comme nous l'avons déjà dit, les grumeaux organisés de cellulose sont le produit d'une fermentation spéciale, et s'ils peuvent ensuite provoquer une fermentation semblable, soit par bourgeonnement, soit autrement, ils ne sont pas le ferment primitif. Ce ferment devait avoir une grande résistance, puisque des solutions sucrées ayant supporté une température supérieure à 100 degrés, pouvaient, en certains cas, donner spontanément naissance à des grumeaux de cellulose organisée. Il fallait donc éloigner la supposition de globules agissant comme les *Mycoderma vini* ou *aceti*, puisque les travaux de M. Pasteur ont démontré que cette nature de ferments ne résiste pas à la température de 50 à 60 degrés. Il était probable qu'il était bien plutôt d'une nature diastasique, s'il n'était la diastase elle-même. On sait que les ferments diastasiques sont très-répandus dans la nature et dans l'économie animale. En cherchant à nous rendre compte de la formation de cellulose visqueuse dans la séve du Nopal, nous y avions constaté la présence d'un ferment diastasique agissant sur l'amidon. En chauffant à 70 degrés du jus de raquettes de Nopal avec un peu d'amidon, nous avons trouvé, après l'opération :

Glycose	0,650

Avant l'addition d'amidon il y avait :

Glycose	0,300

Les recherches furent donc alors dirigées dans ce sens, et de nombreux essais furent faits avec des eaux d'épuisement d'orge germée, et avec de la diastase, soit sèche, soit fraîchement précipitée.

Ayant fait dissoudre du sucre pur dans de l'eau d'épuisement d'une certaine quantité d'orge germée, nous avons abandonné la solution à elle-même ; la décomposition du sucre a été incomplète, les fermentations alcoolique et acétique s'étant déclarées en même temps que la fermentation cellulosique, malgré la présence du carbonate de chaux que nous y avions ajouté. Il s'était cependant formé une quantité importante de cellulose gélatineuse, et, ce qui était plus intéressant, une centaine de grumeaux de cellulose organisée. Jusqu'alors *jamais il ne s'en était produit sans germes préexistants*. Cette expérience semblait nous indiquer que nous étions sérieusement sur la voie ; d'autres solutions furent préparées :

1° Un litre de dissolution sucrée à 10 pour 100 de sucre ; carbonate de chaux précipité, quelques grammes (1) ; diastase pure.

La fermentation cellulosique a été très-énergique ; désirant éviter toute altération et constater, si c'était possible, une équivalence de réaction, la liqueur fut analysée en cours de fermentation. Elle contenait :

Sucre cristallisable	5,100
Glycose	2,440
Cellulose gélatineuse précipitée par l'alcool	2,216

La décomposition du sucre avait eu lieu évidemment par dédoublement équivalent.

---

(1) La diastase a été préparée en épuisant à froid de l'orge germée, et en chauffant à 75 degrés de température l'eau d'épuisement pour congeler l'albumine. La diastase fut elle-même précipitée par l'alcool, redissoute dans l'eau et précipitée de nouveau.

Si la diastase est le ferment cellulosique, elle doit pouvoir résister à de hautes températures pour expliquer la fermentation spontanée qui prend naissance, dans certains cas, dans des produits en fabrication. Une solution de diastase pure a été maintenue pendant quatre heures à une forte ébullition ; après refroidissement, on y fit dissoudre du sucre pur dans la proportion de 10 pour 100 de son poids, avec légère addition de carbonate de chaux précipité.

La fermentation cellulosique gélatineuse s'est encore déclarée, mais peut-être un peu plus lentement que celle qui avait été provoquée par la diastase, élevée seulement à 75 degrés, pendant sa préparation.

Donc *la température de* 100 *degrés* n'enlevait pas à la diastase ses propriétés de ferment, et elle pouvait être la cause déterminante des transformations remarquées dans quelques solutions de mélasse.

La température la plus favorable à la transformation de l'amidon en glycose varie entre 65 et 70 degrés ; les conditions de la fermentation cellulosique du sucre de Canne sont différentes : il n'y a pas de réaction à cette température, et cette fermentation s'opère lentement à la température ordinaire ; les conditions les plus favorables paraissent être entre 25 et 30 degrés.

M. Muntz, dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences en mai 1875, a étudié l'influence du chloroforme sur les ferments. Il a établi que les fermentations qui s'opèrent avec multiplication de ferment, comme les fermentations alcooliques ou lactiques, sont arrêtées par quelques gouttes de chloroforme par litre de liquide, mais que son action est nulle sur les fermentations de la nature de celle que produit la diastase.

Il était utile de se rendre compte de cette influence sur la transformation cellulosique du sucre.

Une solution sucrée contenant 10 pour 100 de sucre de Canne a été mise en expérience avec de la diastase pure, quelques grammes de carbonate de chaux précipité et quelques gouttes de chloroforme. La fermentation cellulosique s'est parfaitement développée.

Une autre solution semblable, mais additionnée de 5 à 6 centimètres cubes de chloroforme pour un litre de liqueur, n'a pu fermenter après huit jours de contact ; mais ayant chassé le chloroforme par une ébullition prolongée, la fermentation s'est déclarée et la transformation en cellulose gélatineuse et en glycose a eu lieu.

Cet arrêt de fermentation, bien que le ferment fût la diastase, ne nous paraît pas cependant infirmer la théorie de M. Muntz, car il n'a pu avoir en vue que la transformation de l'amidon. La fermentation du sucre de Canne en présence de la diastase a un tout autre caractère ; il y a, dans ce cas, un phénomène qui rapproche son action de celle des ferments alcooliques, puisque dans la transformation du sucre en cellulose en présence de grumeaux concrets, ces grumeaux augmentent de volume tant qu'il reste du sucre de Canne dans la liqueur. Nous ne connaissons pas encore les conditions essentielles de la formation constante et complète des grumeaux lorsqu'il n'en préexiste pas ; mais nous sommes convaincu que l'action est la même, quelle que soit la forme de la cellulose produite. L'action du chloroforme est en ce sens confirmée, quoique le ferment ait été diastasique ; nous l'employons du reste journellement pour conserver des échantillons de produits à divers points de fermentation, et toujours nous les avons maintenus indéfiniment sans altérations. En un mot, la théorie de M. Muntz s'applique aux ferments qui opèrent les décompositions chimiques en se multipliant eux-mêmes ; la diastase dans la fermentation cellulosique n'a pas du tout le même mode d'action que dans la transformation de l'amidon en glycose, et l'influence du chloroforme n'est en aucune façon en contradiction avec les travaux de M. Muntz.

Ayant constaté l'action évidente et constante de la diastase sur le sucre pur en solution, il était utile de rechercher le milieu le plus favorable à la fermentation cellulosique, et de provoquer, s'il était possible, la formation de grumeaux.

Nous avions pu remarquer que si, au lieu de prendre du sucre pur pour nos préparations, nous nous servions de mélasse de Betterave, nous avions une production bien plus abondante de grumeaux. Ainsi nous avons pu, en vingt-quatre heures, à la température de 35 degrés environ, transformer presque complétement une solution de mélasse à 1060 degrés. Cette solution avait été faite avec de l'eau d'épuisement d'orge germée à 1019 de densité. L'action avait été si rapide et si énergique, qu'une partie de la glycose formée s'était en même temps transformée en acide acétique.

Dans des conditions semblables nous avons *toujours* eu des grumeaux, mais leur volume n'était pas constant ; quelquefois nous n'en avions que peu. Nous devions supposer que certaines mélasses étaient, par leur composition, plus ou moins propres à la formation des grumeaux.

Ne pouvant connaître la nature de tous les composants si complexes de la mélasse, divers milieux artificiels ont été créés.

Il est inutile de parler des essais qui n'ont rien présenté de bien saillant : en général, les sels de soude, les sels de potasse même, n'ont pas paru avoir une influence notable ; cependant il est possible que les sels de potasse aident à la fermentation si on les emploie concurremment avec certains sels de chaux. Nous citerons quelques exemples :

1° Un litre de solution sucrée contenant :

Sucre de Canne	50 grammes.
Phosphate de chaux rétrogradé	2
Azotate de potasse	1
Chlorure de potassium	1
Carbonate de chaux précipité	1
Épuisement de malt (albumine coagulée et séparée), 250^{cc} à 1015.	

La liqueur a fermenté, mais s'est altérée par suite d'une température trop élevée (40 degrés) ; mais cependant elle a produit environ 75 centimètres cubes de grumeaux de cellulose simplement égouttés.

2° Un litre de solution sucrée contenant :

Sucre	50 grammes.
Phosphate acide de chaux	2
Azotate de potasse	2
Carbonate de chaux naturel	2
Diastase humide	»

Il y a eu fermentation cellulosique visqueuse et quelques grumeaux organisés.

De nombreux essais ont été faits ensuite en ne conservant que les sels paraissant avoir une influence réelle, c'est-à-dire l'azotate de potasse, le phosphate de chaux rétrogradé et le carbonate de chaux précipité. Toujours nous avons eu fermentation visqueuse avec production sensible de grumeaux organisés.

Si les sels à acides minéraux énergiques sont en apparence de faible utilité, encore faut-il que les sels dont l'influence paraît sensible soient solubles. Le carbonate de chaux précipité, le phosphate de chaux rétrogradé, ne se dissolvent qu'à la faveur, soit de l'acide carbonique produit, soit d'un acide organique formé, c'est-à-dire lorsqu'il y a eu déjà une certaine altération. Pour éluder ce défaut, une solution fut faite en substituant le bicarbonate de chaux au carbonate :

Un litre de solution sucrée composée de la manière suivante :

	gr.
Sucre de Canne	100,00
Eau saturée de bicarbonate de chaux	
Phosphate calcique rétrogradé	0,50
Azotate de potasse	3,00
Chlorure de potassium	2,00
Diastase humide	»

Le flacon a été hermétiquement bouché et muni d'un tube de dégagement de gaz pour confirmer l'absence de production d'acide carbonique pendant cette fermentation. Il n'y a eu que quelques bulles provoquées par l'élévation de la température et par la désaturation de l'eau chargée de bicarbonate de chaux.

La fermentation cellulosique s'est déclarée avec production de cellulose gonflée précipitable par l'alcool et une quantité très-sensible de grumeaux organisés. Après trois jours de fermentation et avant toute altération, la liqueur fut analysée.

		gr.
Sur 500cc	Cellulose précipitable par l'alcool	4,84
	Sucre interverti	5,25
	Sucre de Canne restant sans altération	39,24
		49,33
	Sucre initial	50,00
	Erreurs ou pertes	0,67

Ici encore il y avait eu dédoublement équivalent du sucre de Canne en cellulose et en glycose, et pas de mannite, car nous avons analysé la liqueur sans interversion, en nous servant de tartrate cupro-potassique pour la glycose et du saccharimètre pour le sucre de Canne, en tenant compte de la déviation inverse de la glycose existante.

Enfin, nous croyons qu'il est utile à la formation des grumeaux de substituer encore à l'azotate de potasse de l'azotite de chaux ; nous avons obtenu un commencement d'organisation de cellulose sans formation de cellulose visqueuse dans une solution ainsi composée :

Solution sucrée 500cc, contenant :

	gr.
Sucre	50,00
Azotite de chaux	1,00
Chlorure de potassium	1,50
Diastase humide	»
Phosphate de chaux rétrogradé	0,50
Carbonate de chaux précipité	1,00

Un courant d'acide carbonique fut maintenu pendant quelques heures dans la solution.

Il s'est formé assez rapidement environ 15 centim. cubes de grumeaux organisés, puis l'action a cessé, et il s'est produit de la cellulose visqueuse.

L'action de la diastase a été constante ; il y a toujours eu transformation du sucre de Canne en sucre interverti et en cellulose soit gonflée, soit en grumeaux. Si la production de cellulose en grumeaux a varié beaucoup, cette variation dépend de l'état et de la composition du milieu, toutes les circonstances favorables ne nous étant pas encore connues. Il est hors de doute que la diastase de l'orge germée n'est pas le seul ferment agissant dans ce sens ; nous avons eu quelques grumeaux avec la matière albumineuse de l'urine précipitée par l'alcool. Dans la suite de ce mémoire on verra que les plantes renferment dans certains organes un ferment diastasique opérant les mêmes transformations.

Différences entre la fermentation cellulosique et la fermentation visqueuse.

Lorsqu'on abandonne à 30 degrés centigr. une solution sucrée additionnée d'une décoction aqueuse de levûre de bière faite à chaud et filtrée, le liquide devient visqueux et filant ; *il se forme en même temps des globules organisés qui semblent constituer un ferment spécifique.* La matière visqueuse a la même composition que la gomme ou la dextrine $C^6H^{10}O^5$; il se forme en même temps de la mannite et de l'acide carbonique : on trouve, pour 100 de sucre, 51,00 de mannite et 45,5 de gomme (Wurtz).

M. Pasteur a étudié cette même fermentation visqueuse et a établi ainsi l'équation de la réaction :

$$25(C^{12}H^{11}O^{11}) + 25\,HO = 12(C^{12}H^{10}O^{10}) + 12\,\underbrace{C^{12}H^{14}O^{12}}_{\text{Mannite.}} + 12\,CO^2 + 12HO.$$

Monoyer pense que la mannite est une formation secondaire, et la fait dériver d'une altération de glycose. Enfin tous les sucres peuvent éprouver, d'après les chimistes qui s'en sont occupés, la fermentation visqueuse.

Cette formule ne peut s'appliquer, du reste, qu'au sucre de Canne, et rien ne prouve que si les autres sucres éprouvent la même fermentation, la réaction qui se produit et les ferments qui la déterminent soient identiques.

En outre, il y a dégagement d'acide carbonique et production constante de mannite, et seulement de mannite. Or la mannite ne réduit pas le tartrate cupro-potassique et ne dévie pas le plan de polarisation.

La fermentation cellulosique dont nous nous occupons n'est pas nécessairement visqueuse, elle ne l'est que par accident, lorsque l'organisation en cellulose insoluble et concrète est entravée. Dans les autres cas, le liquide est parfaitement limpide, sans acidité, et le dégagement de gaz est insensible.

Lorsque la fermentation cellulosique, même visqueuse, s'opère dans de bonnes conditions, on n'y rencontre pas au microscope de traces d'organisation, et les globules d'un ferment spécial ne s'y observent pas. On y trouve bien quelques globules isolés, et encore pas toujours, mais ils ne semblent pas spécifiques. Le seul ferment spécifique que nous ayons observé consiste dans les grumeaux eux-mêmes, qui sont volumineux, absolument insolubles, et que l'ébullition ne désagrége pas.

Enfin, le résultat de la transformation du sucre donne, non de la gomme et de la mannite, mais de la cellulose, soit concrète et organisée, soit gonflée, et du sucre interverti déviant à gauche et réduisant le tartrate cupro-potassique.

Enfin, le sucre cristallisable seul se transforme en cellulose soit concrète, soit gonflée, et nous n'avons jamais obtenu cette transformation avec la glycose.

Les caractères des deux fermentations sont donc bien différents; mais si les produits dérivés ne sont pas les mêmes, il n'en est pas moins probable que la matière mucilagineuse de la fermentation visqueuse a la même nature que celle que nous obtenons. Dans un mémoire déjà ancien, Tilley a dit avoir remarqué un produit mucilagineux dérivant du sucre, ayant la composition de la cellulose et se transformant en acide oxalique par l'acide azotique. La fermentation visqueuse peut avoir plusieurs périodes successives dont la fermentation cellulosique serait la première. La levûre de bière employée n'agit pas de la même manière que dans la fermentation alcoolique; ce ne sont plus les globules vivants, mais une matière active extraite de ces globules qui opère la fermentation. Berthelot a constaté qu'une décoction de levûre de bière filtrée abandonnait par l'alcool une matière blanche floconneuse, ayant la propriété d'intervertir le sucre. Cette matière agit donc chimiquement comme la diastase, et non par action vitale.

Lorsqu'on se sert de produits altérables comme la levûre de bière, peut-on absolument compter sur une action bien constante, et ne s'expose-t-on pas souvent à des altérations parallèles qui changent la nature des produits de la décomposition? C'est une simple question que nous ne cherchons pas à résoudre.

En résumé, nous croyons voir dans la fermentation cellulosique deux phases différentes quelquefois isolées et successives, quelquefois parallèles. Le sucre cristallisable se dédouble d'abord en glycose et en produits cellulosiques soit concrets, soit indéfiniment gonflés; la glycose se transforme ensuite par la présence de ferments spécifiques en mannite et en acide acétique. Il peut se faire aussi que dans cette transformation il y ait production de matières cellulosiques, d'acide lactique, etc. Nous avons fait de nombreuses expériences qui nous le prouvent, mais nos résultats ne sont pas assez réguliers pour que nous les convertissions en formule. Ce que nous avons constaté cependant, c'est que le dégagement d'acide carbonique ne commence qu'avec les transformations acides et la formation de mannite, et que la fermentation cellulosique s'opère sans dégagement gazeux.

Enfin, si l'on opère sur des produits purs et avec des ferments purs, la fermentation cellulosique se conserve longtemps sans altérations secondaires; les actions successives ne se manifestent rapidement que dans des solutions d'une composition complexe.

Nous avons essayé de provoquer des fermentations de nature visqueuse par les procédés indiqués, c'est-à-dire avec des décoctions de levûre de bière; nous devons dire que ces ferments sont bien peu définis et que leur action est bien irrégulière; dans la plupart des cas on n'arrive qu'à la putréfaction. Nous avons opéré à doses énormes de ferment (300 grammes de levûre pressée pour 100 grammes de sucre) sans résultats.

Nous avons longuement parlé de cellulose organisée et de cellulose visqueuse ou gonflée; avant d'aller plus loin, il est utile de bien définir les caractères de ces celluloses.

Cellulose en grumeaux. — Insolubilité complète dans l'eau et dans les solutions alcalines ; soluble à l'ébullition dans l'eau acidulée d'acide sulfurique : à cet état sa déviation est celle de l'amidon soluble et de la dextrine, elle se transforme en glycose par une longue ébullition avec les acides. Cette glycose est dextrogyre.

Insoluble, lorsqu'elle est sèche, dans l'acide azotique monohydraté ; après deux ou trois jours elle s'y désagrége.

Soluble dans la liqueur de Schweitzer.

Produit de l'acide oxalique par l'ébullition avec l'acide azotique.

Donne du pyroxyle par son immersion dans un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique monohydratés.

Cette cellulose, comprimée et desséchée ensuite, donne un produit analogue à la cellulose cornée de certaines graines.

Cellulose gonflée. — Se précipite par l'alcool en une masse amorphe élastique ayant l'aspect physique du gluten.

Se redissout dans l'eau, mais lentement, si elle a été desséchée.

Se désagrége partiellement dans l'acide azotique monohydraté, mais donne du pyroxyle avec les acides sulfurique et azotique monohydratés.

Elle donne, comme la cellulose organisée, de la dextrine, de la glycose et de l'acide oxalique.

Nous avons des échantillons notables de ces deux celluloses et de chacun des dérivés.

DEUXIÈME PARTIE.

DU ROLE DE LA FERMENTATION CELLULOSIQUE DANS LA VÉGÉTATION.

Application des expériences sur la fermentation cellulosique à quelques phénomènes de végétation.

Ayant étudié le mode de génération de cette cellulose et ses principales propriétés, il venait aussitôt à la pensée de chercher si un des rôles du sucre dans la végétation n'était pas de former la cellulose des plantes, ou tout au moins d'y concourir puissamment. Il existe du sucre dans tous les végétaux, et si certains d'entre eux en contiennent des quantités beaucoup plus abondantes que d'autres, on peut remarquer que cette richesse n'existe, pour ainsi dire, qu'à l'état de réserve. Beaucoup de ces végétaux sucrés présentent dans leur développement deux périodes distinctes : la première comprend le développement de la plante, et pendant cette période il se forme un excès de sucre ; elle est caractérisée par l'accumulation du sucre. Pendant la seconde période le sucre disparaît au moment où se forment de nouveaux organes. La Betterave est bisannuelle ; elle forme et accumule du sucre pendant la première année, pendant la seconde elle le consomme. La Canne à sucre n'est riche que jusqu'avant la maturité de la graine, le Maïs également. Dans les plantes moins riches en sucre, ce sucre se forme et s'utilise successivement.

Nous avons d'abord cherché les traces de la transformation du sucre en cellulose et en glycose dans les plantes, en étudiant les variations de richesse suivant les périodes du développement, et nous avons cherché aussi si nous ne trouverions pas d'indices de cellulose naissante. C'est ainsi que lorsque les Betteraves sont mises en silos, et que commence la pousse des feuilles, on constate la formation de glycose et la disparition d'une certaine quantité de sucre (1).

Canne à sucre. — En observant les variations de richesse saccharine d'une plante suivant la plus ou moins grande activité de la végétation, on pouvait se rendre compte de l'emploi du sucre dans son développement. Pour recueillir des données précises à cet égard, nous avons suivi expérimentalement, pendant un assez long séjour que nous avons fait dans l'Espagne méridionale, la croissance de Cannes à sucre cultivées en grande culture et dans des conditions toujours semblables. Nous avons choisi dans un champ de Cannes quelques plants composés de plusieurs tiges d'égale hauteur, et nous avons pris pour nos expériences successives une tige de chacun de ces plants. Nous avions ainsi des moyennes aussi comparables que possible ; le champ de Cannes était arrivé à complète maturité, mais les Cannes, n'ayant pas donné une récolte suffisamment abondante, devaient être laissées sur pied pendant une année encore.

---

(1) Voy. *Ann. agron.*, t. II, p. 39, un mémoire de M. Corenwinder.

Nous avions donc un point de départ très-favorable. Nous prenions la plante au moment où il se produit un arrêt dans la végétation et où elle présente son maximum de richesse ; c'est, pour le planteur, le moment de couper la Canne, qui est dite *mûre*. Si on la laisse en terre, elle recommence bientôt à végéter. Si donc le sucre était nécessaire à la végétation, ce sucre devait en partie se transformer et disparaître. Le résultat de nos essais a confirmé nos prévisions, et voici le détail :

DATES de LA PRISE D'ÉCHANTILLONS.	DENSITÉ du jus.	SUCRE CRISTALLISABLE par litre de jus.	GLYCOSE par litre de jus.
		gr.	gr.
Juin 30	1075	186,40	1,630
Juillet 8	1074	182,00	3,300
Juillet 14	1070	153,70	6,300
Juillet 29	1062	147,40	3,920
Août 18	1057	111,30	13,800

Au 30 juin, ces Cannes n'avaient pas encore repris leur croissance, et elles contenaient le maximum de sucre cristallisable et le minimum de glycose. A partir de cette époque on voit le sucre diminuer régulièrement et la glycose augmenter ; il se formait évidemment de la cellulose en même temps, puisque la plante grandissait. Il y a eu une exception dans la progression de la glycose ; mais au 29 juillet il y avait eu une période de sécheresse qui avait ralenti la végétation. Nous avions donc une forte présomption de croire que dans le développement de la Canne le sucre éprouvait la fermentation cellulosique que nous avions produite au laboratoire, avec le même dédoublement en cellulose et en glycose. Il est vrai qu'au premier abord il semblerait que la glycose aurait dû se trouver en plus fortes proportions, relativement au sucre cristallisable disparu ; mais la glycose subit elle-même d'autres transformations sur lesquelles nous reviendrons plus tard.

Caroubier. — En étudiant la composition d'autres plantes de diverses natures, nous avons retrouvé les mêmes analogies ; lorsqu'il y avait de la cellulose à former, on trouvait du sucre, et ce sucre était localisé d'une manière frappante là où il était utile. Ainsi le Caroubier ne contient pas plus de sucre dans son tronc et dans ses branches que les autres arbres ; mais si l'on analyse les cosses du Caroubier, on trouve des quantités considérables de sucre.

Voici diverses analyses de ces cosses :

	EAU.	SUCRE de canne.	GLYCOSE.	CENDRES.
Cosses de Caroubier séchées sur l'arbre............	16,70	24,64	8,85	3,42
Cosses de Caroubier non mûres................	65,00	7,53	5,32	»
Cosses de Caroubier mûres.	18,00	19,77	13,00	»

Il y a, comme on le voit, d'énormes quantités de sucre de Canne et de glycose dans ces cosses, bien qu'il n'y en ait guère dans les autres parties de l'arbre. La graine se compose d'une enveloppe cornée volumineuse et d'une très-mince amande ; le rapport du poids de l'amande au poids de l'enveloppe est $\frac{17,50}{46,37}$, soit 0,37 environ. Voici, du reste, la composition physique très-approchée de cette graine :

Eau..	12,80
Épiderme (testa)................................	16,80
Enveloppe cornée (endoplèvre).....................	46,37
Amande (embryon)................................	17,50
Matières diverses...............................	6,53
	100,00

Nous avons fait une analyse sommaire des diverses parties de la graine, et nous n'avons trouvé dans l'épiderme ni sucre, ni produits transformables en glycose par les acides étendus; l'amande donnait, par l'ébullition dans une solution concentrée d'acide sulfurique, $3^{gr},43$ de glycose pour 100 grammes de graines, et ne contenait pas d'amidon, mais de la matière grasse.

L'endoplèvre est de la cellulose cornée presque en totalité; soumise à une ébullition de dix heures dans de l'eau contenant 10 pour 100 d'acide sulfurique, nous avons obtenu :

Cellulose attaquable convertie en glycose..........	74,73
Résidu cellulosique non attaqué..................	14,44
Matières diverses.............................	10,83
	100,00

Cette enveloppe est donc presque entièrement composée de cellulose : une grande partie est à l'état corné, lorsqu'elle est sèche, mais elle se gonfle et prend l'aspect gélatineux à la surface dans l'eau bouillante; une autre partie est plus organisée et peu attaquable. Cette cellulose cornée a les caractères de la cellulose obtenue directement avec le sucre cristallisable.

L'énorme quantité de sucre localisée dans la cosse a nécessairement un rôle à remplir, et si l'on remarque en même temps qu'il y a à constituer une proportion importante de cellulose cornée en peu de temps, la raison d'être de cet emmagasinement de sucre devient visible. Le sucre paraît donc aussi se dédoubler en cellulose et en glycose dans la cosse du Caroubier; la cellulose forme l'enveloppe cornée, la glycose retourne dans la cosse.

Enfin, si l'on compare la richesse en sucre cristallisable des cosses à diverses époques, on trouve que lorsque la graine est en voie de formation, il y a moins de sucre cristallisable et plus de glycose du poids de la matière sèche que lorsque la cosse est complétement mûre et desséchée. A cette dernière époque, le sucre, n'ayant plus de cellulose à former, s'accumule, et la progression de la glycose s'arrête.

Ces cosses remplissent donc à l'égard des graines le rôle que la plante tout entière, ou la racine dans la Betterave, remplit dans la Canne à sucre, le Maïs, etc., etc., et les variations du sucre aux diverses époques de la maturation sont identiquement correspondantes à celles qui se remarquent dans les végétaux dont nous avons parlé ci-dessus.

Pois et cosses de Pois. — Si l'on analyse les cosses de Pois et les Pois très-jeunes, on y trouve beaucoup de sucre cristallisable.

	gr.
Cosses de Pois, sucre cristallisable par décilitre de jus.	2,96
Pas de glycose.	
Jeunes graines, sucre cristallisable................	10,76

Lorsque les Pois mûrissent et que la graine est entièrement remplie et durcie, ils ne contiennent plus de sucre; la cosse contient encore un peu de sucre cristallisable.

Ici encore sucre pendant la croissance et transformation du sucre jusqu'au complet développement.

Maïs. — Nous avons analysé également les diverses parties d'une tige de Maïs pour voir si les variations et les transformations du sucre ne nous présenteraient pas les caractères que nous avons rencontrés dans la Canne à sucre et dans le Caroubier. Ici, toutefois, ce n'est plus seulement de la cellulose qui doit apparaître, mais encore de l'amidon. On savait, par les expériences de M. Péligot, de M. Corenwinder et de plusieurs physiologistes, que, dans la Betterave, le sucre disparaissait pendant la formation de la graine; en outre, M. Dehérain a vu le sucre de Canne disparaître dans les tiges de Froment au moment de la formation des grains; enfin Pallas (1), en 1837, avait constaté le même fait dans le Maïs, qui était l'objet même de nos études. Nous avons obtenu en effet les résultats suivants :

---

(1) Em. Pallas, *Rech. chim. agricoles, etc., sur le Maïs.*

	SUCRE.	GLYCOSE.
1° Tige de Maïs depuis le nœud inférieur jusqu'au nœud d'attache du premier épi.......	3,600	0,200
2° Partie de la tige où sont attachés deux jeunes épis..................................	3,520	0,994
3° Jeunes grains de ces épis ayant environ 0,0015 millim. de grosseur................	0,643	3,282
4° Pédoncule de ces épis, ainsi que l'épi dépouillé des grains.......................	1,237	3,509
5° Epi demi-mûr dépouillé de ses grains ; ces grains ont à peu près atteint leur développement, mais ils sont encore un peu laiteux...	3,014	2,988

Nous trouvons encore dans le Maïs des différences notables dans la répartition des deux sucres. Au pied de la plante il n'y a que de faibles proportions de glycose, et cette glycose augmente dans les parties en végétation. Le sucre redevient prédominant dans les panicules où le grain se complète. Nous aurons occasion, dans un autre mémoire, de résumer nos quelques observations sur la localisation du sucre et de chercher si le sucre paraît se former dans les feuilles ou dans les racines.

Enfin, comme dernière expérience sur le Maïs, nous avons choisi, avant la floraison de la plante, sur un plant composé de plusieurs tiges, deux tiges absolument semblables en longueur et en grosseur, et dont les feuilles avaient à peu près la même surface. Nous en avons suivi attentivement la croissance ; l'une de ces tiges a été laissée absolument en libre végétation, l'autre a été privée de ses épis au fur et à mesure de leur apparition. Ces deux tiges ont conservé la même longueur ; au moment où les graines de la première tige approchaient de leur maturité, elles furent toutes deux coupées à longueur égale, à partir du nœud inférieur.

La première, c'est-à-dire celle qui avait porté des épis, pesait, nue, 184 grammes, et contenait :

Sucre cristallisable..........................	4,85 p. 100.
Glycose....................................	0,10

La seconde tige, où les épis avaient été enlevés dès leur formation rudimentaire, pesait, à longueur égale, 290 grammes, et contenait :

Sucre cristallisable		8,99 p. 100.
Glycose		0,10
Soit pour toute la tige : sucre	26,07	
— — glycose	0,29	
La première tige entière avait : sucre	8,92	
— — glycose	0,18	

L'enlèvement des épis a donc triplé les proportions totales de sucre cristallisable dans la tige ; donc ce sucre, qui aurait été employé à former l'épi dans des conditions normales, s'était accumulé dans le pied. Ici donc encore le sucre a été employé évidemment à former la cellulose et l'amidon des panicules et des graines. On sait qu'il se forme des quantités considérables d'amidon dans les parties vertes des plantes. Il y a lieu de ne pas attribuer les mêmes origines à l'amidon des graines ; nous reviendrons sur ce sujet.

Nous avons analysé encore un assez grand nombre de plantes et de fruits de diverses espèces, notamment le Nopal, l'Agave, Chirimoya, fruit de l'Assiminier, l'enveloppe de la graine de Ricin, des Fucus, et nous avons constaté la présence du sucre de Canne et son excès notable sur la glycose partout où la végétation n'était pas active, ou lorsqu'il y avait des substances cellulosiques ou amylacées à former. Mais, dans toute cette série d'analyses, le sucre n'a existé qu'en de faibles proportions, et les résultats sont par suite bien moins frappants : aussi n'oserions-nous pas en tirer des conséquences aussi précises que de nos essais sur la Canne à sucre, le Caroubier et le Maïs ; cependant le sens général de ces études concordant avec nos données précédentes, nous en rendrons compte.

Nous avons étudié assez complétement le Nopal, à cause de la nature particulière de cette plante : ses diverses parties sont très-peu différentes l'une de l'autre comme structure et comme composition ; la tige n'est pour ainsi dire que le grossissement du pédoncule de la première raquette, et tous les sucs séveux paraissent être les mêmes dans tous les organes. Comme nous cherchions à trouver dans les végétaux des traces visibles de la transformation du sucre en cellulose, et que les liquides de tous les organes du Nopal sont chargés d'un mucilage insoluble, il pouvait se faire que ce mucilage fût isomère de la cellulose amorphe que nous avions obtenue directement avec le sucre.

Nous nous sommes assuré d'abord de l'insolubilité de la matière mucilagineuse du Nopal ; ce n'est qu'une matière gonflée, car en fendant avec un rasoir l'épiderme d'une raquette dans le sens de son épaisseur, et en la soumettant à une pression graduée, nous obtenions d'abord un liquide parfaitement fluide ; le tissu de la raquette constituant un filtre d'une grande épaisseur qui retenait les viscosités. Par une pression plus forte le produit visqueux s'écoulait à son tour, mais bien plus épais qu'il n'existe dans les liquides complets. La partie mucilagineuse précipitée par l'alcool donnait environ 70 centièmes de son poids en glycose par les acides. De ce que la quantité de glycose obtenue ne représentait pas l'équivalence du poids du précipité, on ne peut en conclure que ce mucilage n'est pas en grande partie de la cellulose ; car on sait que la transformation complète de la cellulose en glycose est difficile, et en outre l'alcool avait précipité à la fois la plupart des corps entrant dans la composition de la séve.

Nopal. — Nous passerons rapidement en revue la composition des différents organes du Nopal.

	EAU.	GLYCOSE.	SUCRE.	CENDRES.	LIGNEUX et incrustant.
Gros tronc ayant $0^m,20$ à son plus grand diamètre	87,220	0,100	2,830	2,330	7,520
Raquettes du même plant.............	92,750	0,300	2,470	»	4,480
Raquettes portant des fruits	»	traces	0,296	»	»
Enveloppe du fruit...	»	0,742	0,250	»	»
Fruit avant maturité.	»	0,796	0,341	»	»
Fruit mûr..........	81,920	8,750	traces	»	»

Observation. — Outre le sucre cristallisable, il y a des produits se transformant en glycose par les acides ; les fruits en contiennent 2,430.

On voit encore dans ces analyses que le sucre de Canne se trouve presque pur dans le tronc et qu'il diminue progressivement pour disparaître dans le fruit mûr. La glycose, au contraire, augmente inversement au sucre.

Hampes d'Agave. — Elles nous ont présenté la composition suivante :

Eau	88,82
Cellulose organisée	2,20
Glycose	2,20
Sucre de Canne	2,68
Matières minérales azotées, etc., etc	4,10
	100,00

Il n'y a pas d'amidon.

Dans l'Agave, comme dans le Nopal, les feuilles sont tellement épaisses et charnues, qu'on ne peut leur attribuer les fonctions des feuilles ordinaires. Ce sont les hampes qui contiennent les vaisseaux fibreux, et les réactions qui s'y opèrent n'ont pas la même division que dans les plantes à tiges et à feuilles distinctes; il en est de même dans le Cactus.

Anona chirimoya. — Ce fruit contient exceptionnellement de grandes quantités de sucre cristallisable; mais les graines n'étaient pas complétement mûres, il est probable qu'à la maturation complète il aurait disparu.

Eau	67,83
Sucre cristallisable	7,47
Glycose	11,75
Produits divers	12,95
	100,00

En général, nous avons trouvé que le sucre de Canne dans les plantes n'était que transitoire; on ne le trouve guère aux termes du développement des plantes, c'est-à-dire dans les fruits complétement mûrs. En outre ce sucre augmente à mesure qu'on se rapproche de la racine, et la glycose diminue. Enfin nous avons trouvé, par de nombreux essais qu'il est inutile de détailler, qu'il y a généralement des substances autres que le tannin et l'amidon qui peuvent se transformer en glycose par l'ébullition avec les acides étendus. Ces substances sont-elles de la cellulose gélatineuse? Nous le pensons, mais nous n'osons l'affirmer, bien que nous l'ayons trouvée dans le Nopal. En résumé, si nous n'avons pu surprendre le sucre en cours de transformation dans les plantes, nous avons observé des traces très-probables de transition.

Enfin, pour terminer l'énoncé de ces quelques observations sur l'emploi probable du sucre dans la végétation, et sur l'analogie qu'on rencontre entre les phénomènes de la vie végétale et les conditions de la formation de la cellulose dans le laboratoire, nous avons cherché à produire cette fermentation cellulosique dans l'intérieur même d'une Betterave, sans que l'air puisse intervenir et sans aucun élément étranger à la Betterave elle-même.

Si un végétal s'accroît par la transformation en cellulose du sucre qu'il contient, il est évident qu'il renferme le ferment cellulosique; mais que si tout ce sucre ne se transforme pas dans l'endroit même où il est localisé, c'est que ce ferment n'est pas partout en contact avec le sucre. S'il était possible de produire le mélange de tous les liquides de la Betterave par le déchirement des cellules, sans que pour cela les réactions fussent entravées par des causes extérieures, ces réactions pourraient peut-être avoir lieu.

Si l'on prend une Betterave bien saine et sans déchirures, et si on l'expose à une gelée suffisamment intense pour que la congélation pénètre jusqu'au centre, et si on laisse cette Betterave se dégeler lentement, tous les tissus sont désagrégés, mais l'épiderme reste intact. Après complet dégel, et avant qu'il y ait altération, on trouve que le jus est devenu visqueux, il se précipitera de la cellulose par l'alcool, et il y aura amoindrissement du sucre cristallisable et formation de glycose.

Deux Betteraves d'un même champ et de grosseur sensiblement égale ont été choisies; l'une a été exposée à la gelée, l'autre conservée à une température supérieure à 0°. Après le dégel, elles ont été analysées.

La Betterave non gelée contenait.......	13 p. 100 de sucre.
La Betterave gelée n'en contenait plus que	7,55

Il y avait acidité produite et 1 pour 100 de glycose.

Le jus précipitait abondamment par l'alcool, et un morceau de cette Betterave mis dans une solution de sucre a communiqué l'altération cellulosique au sucre, et l'a transformé partiellement en glycose et en cellulose amorphe.

Enfin, à une époque où ce fait n'avait pas encore d'explication pour nous, nous avons remarqué la disparition du sucre dans les circonstances suivantes : Une forte gelée a surpris des Betteraves non encore déplantées et en pleine végétation, le 1^er^ novembre 1860. Cette gelée n'a duré que deux ou trois jours. Après le dégel, on arracha les racines, en laissant cependant en terre quelques ares de Betteraves pour voir si elles ne se remettraient pas. Toutes les racines déplantées se sont altérées rapidement, celles qui étaient restées en terre perdirent leurs feuilles principales, mais la végétation a recommencé sous l'influence d'une température plus douce, de nouvelles feuilles se sont produites, et la Betterave paraissait être revenue dans des conditions normales. On les déplanta quelques semaines plus tard, et, en les analysant, nous reconnûmes avec étonnement que le sucre avait disparu. Comme nous le disions plus haut, nous avons été surpris de cette circonstance, mais le fait n'avait pas pour nous encore d'explication.

Nous avons jusqu'à présent tenté de suivre les variations du sucre pendant la végétation, et de nous rendre compte, si c'était possible, des circonstances de sa transformation sous l'influence des ferments qu'il rencontrait. Nous reprendrons la même question en sens inverse, en cherchant à produire la fermentation cellulosique dans du sucre pur, à l'aide des ferments végétaux que devaient contenir certains organes des plantes.

TROISIÈME PARTIE.

DE LA TRANSFORMATION DU SUCRE DE CELLULOSE, SOUS L'INFLUENCE DE FERMENTS CONTENUS DANS DIVERS ORGANES VÉGÉTAUX.

Pour pouvoir prouver la possibilité de la transformation du sucre des plantes en cellulose, il était intéressant, non plus de chercher cette preuve indirectement, par la disparition du sucre de Canne et la formation de glycose, pour en conclure par induction la production de cellulose, puisque la plante grandissait; mais bien de déterminer la fermentation cellulosique dans du sucre pur à l'aide de tissus et d'organes végétaux. Ce moyen plus direct se prêtait mieux aussi aux manipulations de laboratoire, et permettait d'atteindre une précision impossible par l'observation des phénomènes de la vie végétale.

Avant de réussir, nous avons fait de nombreuses tentatives que nous ne rappellerons ici qu'en un court résumé; nous avions presque constamment des résultats sensibles, mais ils n'avaient rien d'assez évident ni d'assez complet pour que nous osions nous en prévaloir, et surtout pour qu'il fût possible d'établir une équivalence approximative de la réaction.

On se rappelle que les conditions nécessaires à une bonne fermentation cellulosique dans les liqueurs sucrées sont la neutralité et l'absence de fermentations parallèles pouvant intervertir le sucre cristallisable. Or la multiplicité des ferments contenus dans les tissus végétaux agissait presque toujours simultanément, et les liqueurs sucrées subissaient des altérations de différentes natures; la fermentation cellulosique se trouvait alors paralysée. Aussi n'obtenions-nous en général que des traces de cellulose et des végétations de Mucédinées. La Canne à sucre, le Nopal, l'Agave, le Maïs, la Pastèque, ont été employés dans de nombreuses expériences et sous diverses formes, mais sans résultats sérieux.

L'examen des cosses et des graines de Caroubier nous ont conduit à modifier notre mode de recherches. Nous avions sous les yeux, pour ainsi dire, le sucre cristallisable dans la cosse, et la cellulose cornée dans la graine; nous avons supposé que nous trouverions probablement le ferment cellulosique dans cette graine. Nous étions en outre certain de rencontrer moins de causes d'altération par l'emploi des graines que par l'utilisation d'une partie plus vivante de la plante. Ayant provoqué une fermentation cellulosique évidente avec les graines de Caroubier, nous avons continué nos recherches en employant comme ferment des graines grasses, surtout celles du Lin et du

Colza. Nous avons obtenu immédiatement des résultats concluants et assez complets pour que nous fussions assuré d'être enfin sur la véritable voie.

1^{re} *expérience.* — 500^{cc} de solution sucrée contenant 11,43 pour 100 de sucre, 10 grammes de graines de Colza.

La fermentation cellulosique a été très-rapide; afin d'éviter les altérations probables d'une fermentation trop prolongée, nous avons, après huit jours de contact, pris un échantillon de 34^{gr},455 de liquide visqueux et nous l'avons analysé.

Il contenait avant fermentation :

	gr.
Sucre	3,948

Après fermentation, la liqueur contenait :

Sucre cristallisable	néant	
Cellulose précipitée par l'alcool et desséchée.	1,618	
Glycose	1,580	
	3,198	3,198
Acidité légère, 0,03.		
Sucre disparu		0,750

Une certaine quantité de sucre avait disparu, mais il y avait formation d'acide et probablement un peu d'alcool.

Cette première expérience laissait entrevoir une équivalence approchée du dédoublement du sucre de Canne en cellulose et en glycose que nous pressentions.

2^{e} *et* 3^{e} *expériences.* — Des solutions sucrées de la même richesse saccharine que celle de la première expérience ont été mises en contact avec des graines de Lin et d'Œillette grise ; nous avons eu également une forte fermentation cellulosique, mais accompagnée de quelques altérations et d'une forte acidification : l'analyse de cette liqueur ne nous aurait pas permis de trouver une équivalence.

4^{e} *expérience.* — Il était intéressant de confirmer avec les graines de Colza l'expérience que nous avions faite sur du sucre interverti avec la cellulose en grumeaux. Nous avons donc interverti une solution sucrée : 11,43 pour 100 de sucre, et nous y avons ajouté 10 grammes de graines de Colza. *Nous n'avons pas obtenu de fermentation cellulosique;* un autre essai dans les mêmes conditions a été également infructueux. La glycose s'était peu à peu transformée en acide acétique; nous avons eu le même résultat avec la graine de Lin.

Nous nous étions donc de nouveau assuré de la similitude des réactions du ferment cellulosique isolé, et des graines grasses, sur le sucre. Dans les deux cas on obtenait de la cellulose avec le *sucre de canne* et une simple fermentation acétique avec la *glycose*.

Pour confirmer l'influence du milieu, nous avons mis une dissolution de mélasse à 1060 de densité en contact avec des graines de Colza. Au lieu d'obtenir une fermentation cellulosique visqueuse, nous avons eu une fermentation cellulosique avec grumeaux insolubles, et sans aucune viscosité. Le ferment étant identique, les résultats chimiques devaient être semblables, mais l'état morphique était différent.

La mannite n'a pas non plus donné de traces de conversion en cellulose.

Nous avons essayé sans résultats sérieux diverses autres graines, telles que celles du Dattier, du Pin pignon, du Blé, des Pois, des Betteraves; mais les altérations qui se sont rapidement produites ont empêché la formation de cellulose : nous n'en avons trouvé que des traces trop faibles pour que nous en tenions compte; aussi ne donnerons-nous pas le détail des expériences.

Nous avions donc pu constater que certains organes des plantes possédaient un ferment cellulosique pouvant transformer le sucre de Canne en cellulose et en glycose; et que cette réaction avait lieu dans la plupart des cas, si l'on parvenait à éviter les fermentations de toutes natures, qui ne tardent pas à se déclarer dans les solutions sucrées, en présence de matières végétales. Mais nous rencontrions de temps en temps, et sans causes connues, des différences d'action, avec les mêmes graines, et dans des conditions semblables de richesse saccharine et de température. Certaines solutions s'altéraient, devenaient lactiques et ne se transformaient qu'incomplétement en cellulose; d'autres fermentaient normalement et présentaient les réactions ordinaires de la production de la cellulose et de la glycose, et finalement la conversion de cette glycose en acide acétique.

Ayant remarqué, dans nos premières expériences faites avec du ferment cellulosique pur, que l'acidité des solutions était nuisible; nous avons pensé que si nous maintenions nos liqueurs dans un état de neutralité permanente, nous serions plus certains de nos réactions. Nous avons entrepris de nouveaux essais, en ajoutant du carbonate de chaux pulvérisé dans nos solutions, et nous avons pu immédiatement constater une constance de résultats bien plus grande que précédemment; et même obtenir des signes certains de fermentation cellulosique, avec des ferments éminemment altérables. Nous rendrons compte succinctement de nos principales expériences :

Eau	2000
Sucre pur	200
Graine de Colza	35
Carbonate de chaux pulvérisé.	

L'essai, commencé le 18 août 1875, a été arrêté le 21 suivant.

L'analyse du produit fermenté nous a donné :

Sucre cristallisable	1,87	
Sucre interverti, calculé en $C^{12}H^{22}O^{11}$	3,01	
Cellulose exprimée en $C^{12}H^{22}O^{11}$	2,98	
Acide acétique combiné avec la chaux, en $C^{12}H^{22}O^{11}$.	1,15	
	9,01	9,01
Sucre initial dans la solution		9,40
Erreurs ou pertes		0,39

L'opération fut arrêtée à dessein avant son terme pour mieux saisir les rapports de la glycose formée et de la cellulose, en évitant les altérations qui se manifestent toujours par un trop long contact des produits végétaux et du sucre.

L'acide acétique était combiné avec la chaux.

Nous avons eu une remarque intéressante à faire : avant de précipiter la cellulose par l'alcool, nous nous étions assuré qu'il n'y avait pas sensiblement de carbonate de chaux en suspension. Pour plus de certitude, nous avons acidifié fortement la liqueur visqueuse par l'acide acétique, pensant ainsi avoir de la cellulose pure. Il pouvait bien y avoir un faible mélange de sels de chaux, mais l'alcool, n'ayant guère que 65 degrés dans le mélange, ne devait pas précipiter beaucoup d'acétate de chaux, ce sel étant déliquescent; de plus, la quantité de ce sel est très-faible. Malgré ces précautions, la cellulose, précipitée et lavée à plusieurs reprises par l'alcool acidifié, contenait de la chaux.

Le poids total était de...........................	3,47
Chaux calculée en carbonate........................	0,49
Cellulose.................	2,98

Nous appuyons sur ce fait qui s'est représenté dans la suite, et sur lequel nous reviendrons dans le résumé de nos essais de fermentation cellulosique en présence du carbonate de chaux.

Une seconde fermentation nous a donné les résultats suivants :

Cellulose	2,405
Glycose...	2,323
Chaux en carbonate..........................	0,321

Un peu de glycose avait été transformé en acide.

Ces divers essais permettent, comme nous l'avons dit déjà, d'attribuer la formation de cellulose à un simple dédoublement du sucre de Canne.

Nous avons enfin répété l'expérience que nous avions faite dans nos études précédentes, en employant du *sucre interverti*, du Colza et du carbonate de chaux. Nous n'avons pas eu de fermentation cellulosique; la *mannite* nous a donné la même nullité d'action.

En remplaçant le carbonate de chaux par du chlorure de calcium, nous n'avons obtenu que des résultats fort problématiques.

Afin de voir si la neutralité était la seule cause de la réussite complète de nos fermentations, nous avons, dans deux expériences nouvelles, remplacé le carbonate de chaux par les carbonates de baryte et de magnésie. Ces deux bases non-seulement n'ont pas favorisé la réaction, mais elles ont paru l'empêcher; l'action du carbonate de chaux était donc toute spéciale.

Nous avons répété, avec addition de carbonate de chaux, une partie des expériences faites précédemment et dont les résultats n'avaient pas été satisfaisants :

	Fermentation cellulosique.
1° Avec des morceaux de Betteraves........	Notable.
2° Avec les pédoncules des feuilles.........	Faible.
3° Avec des tranches de tige de Maïs........	Faible.
4° Avec des morceaux de Nopal............	Forte.
5° Avec un épi de Maïs très-jeune..........	Très-notable.

Beaucoup de produits végétaux ont la même propriété; nous avons essayé d'employer le pollen des fleurs, et nous avons obtenu une réaction lente, il est vrai, mais très-sensible.

Nous avons enfin mis en expérience une solution de sucre pur et du carbonate de chaux pulvérisé seul.

Après une quinzaine de jours, nous avons trouvé le dépôt de carbonate de chaux englobé dans un liquide visqueux, il s'était formé de la glycose. Depuis, la fermentation s'est encore accentuée et l'on précipite de la cellulose bien caractérisée dans la solution sucrée. La viscosité, traitée par l'acide acétique et précipitée par l'alcool, nous a donné un peu de cellulose amorphe. Le carbonate de chaux pulvérisé a-t-il la propriété, faible, il est vrai, d'aider à la transformation du sucre, ou cette action est-elle due au microzyma qu'il contient? Nous l'ignorons. Nous n'avons pas fait d'expériences du même genre avec du carbonate de chaux précipité; mais dans nos fermentations cellulosiques, en présence du Fucus, nous avons employé du carbonate de chaux précipité, et nous avons eu la même continuité de bons résultats.

Il est certain pour nous que le carbonate de chaux, soit naturel, soit précipité, favorise la fermentation cellulosique. Il y a présomption que dans la nature la chaux joue le même rôle; nous avons déjà mentionné l'observation de M. Vesque, relativement à la localisation du carbonate de chaux dans quelques tissus, et les combinaisons trouvées par le docteur Scheibler entre la chaux et le produit qu'il a appelé *dextrane*. Notre travail était terminé lorsque nous avons lu dans les *Annales agronomiques*, un mémoire de Boehm, qui nous apporte des analogies importantes entre nos expériences de laboratoire et les faits naturels :

1° Le chlorure de calcium a eu une action plus nuisible qu'utile dans la végétation ; nous n'avons guère obtenu de résultats non plus au laboratoire dans nos essais de transformation.

2° Nous avons trouvé que le carbonate de magnésie et le carbonate de baryte empêchaient la fermentation cellulosique. — MM. Boehm et Wolf ont trouvé que la magnésie avait une action vénéneuse, et qu'on ne pouvait la paralyser qu'en y ajoutant du carbonate de chaux. M. Ad. Mayer déclare que nos connaissances sur le rôle du calcium ne vont pas au delà de la certitude que ce corps est absolument nécessaire, « l'acte physiologique dans lequel il intervient nous est inconnu ». En analysant les travaux faits en Allemagne sur ce sujet, M. Boehm ajoute : « Nous savons maintenant que la chaux est indispensable pour transformer, par exemple, l'amidon, le sucre, etc., en cellulose ; la chaux est aussi indispensable aux plantes qu'elle l'est aux animaux pour transformer le cartilage en os. Elle constitue le squelette de la paroi cellulaire. »

Nature de la cellulose obtenue par fermentation, et analogie entre cette cellulose et celle des Fucus et des Champignons.

Nous ne reprendrons pas l'énumération des caractères de la cellulose que nous avons obtenue avec des ferments végétaux ; ils sont absolument les mêmes que ceux que nous avons décrits au commencement de ce mémoire, lorsque nous avons transformé le sucre des celluloses à l'aide d'un ferment isolé. Nous avons retrouvé cette même cellulose à l'état gonflé, se précipitant en une masse glutineuse par l'alcool ; nous en avons des spécimens liquides, solides, entiers, pulvérisés, enfin à divers états. Nous en avons fait du pyroxyle ; nous nous sommes assuré de sa désagrégation à la liqueur de Schweitzer. Nous avons enfin examiné la déviation de cette cellulose au polarimètre. Voici comment nous avons opéré.

Ne pouvant observer directement la cellulose, puisqu'elle est insoluble et forme avec l'eau un empois et non une dissolution, nous l'avons dissoute dans l'eau acidulée à la température de 60 degrés, température inférieure à celle qui est nécessaire pour la transformer, soit en dextrine, soit en glycose ; c'est une modification moléculaire analogue à l'amidon soluble. La déviation a été celle de l'amidon soluble et de la dextrine.

Enfin, nous l'avons transformée en glycose par l'ébullition avec de l'acide sulfurique, et nous avons obtenu 74 pour 100 de son poids en glycose. Il est difficile d'avoir une transformation complète : il faut, pour convertir la cellulose en glycose, une forte acidité et une longue ébullition ; avant la fin de l'ébullition, il y a de la glucose qui se caramélise.

L'acide azotique monohydraté gonfle partiellement la cellulose précipitée, tout en laissant complétement intacte la cellulose organisée en grumeaux desséchés. Mais si l'on ajoute à l'acide azotique de l'acide sulfurique monohydraté, au lieu de se désagréger, la cellulose précipitée se convertit en pyroxyle. La cellulose précipitée ne se colore pas non plus en bleu par l'iode.

Ces deux derniers caractères établissent l'analogie qui existe entre cette cellulose et celle des Fucus, des Champignons, qui n'est pas non plus insoluble dans l'acide azotique monohydraté, et qui ne se colore pas par l'iode. Nous citerons quelques travaux qui déterminent le rapprochement entre la cellulose que nous avons produite avec le sucre et la cellulose gélatineuse de certaines végétations inférieures.

M. Koerber a publié récemment (1) un travail sur les Lichens. Il a constaté que le tissu de ces plantes se compose d'une gelée amorphe, dans laquelle sont répandus des chapelets cellulaires, mais que cependant cette gelée est de la cellulose.

M. Sachs (2) étudie le mode d'accroissement du tissu cellulaire des Algues. Il remarque que, dans les formes les plus simples de ces végétaux, les cellules vivent en quelque sorte isolées et ne se réunissent ni en tissu ni en vaisseaux. Dans les Algues inférieures, les cellules forment, avant de se diviser, une membrane épaisse et très-aqueuse; la seconde génération de cellules paraît emboîtée dans la membrane cellulaire de la première; la troisième dans celle de la seconde, et ainsi de suite. Quelquefois ces membranes se fusionnent de telle sorte que leurs limites disparaissent. Ailleurs ces cellules ainsi emboîtées forment une famille linéaire produisant *une gaîne gélatineuse autour d'elle*; d'autres fois plusieurs de ces familles linéaires fusionnent leurs gaînes en une masse gélatineuse dans laquelle sont plongés les chapelets des cellules (Nostochinées). Dans le Nostoc, les cellules *prennent naissance dans cette gelée*, et, au fur et à mesure *qu'elles se développent, s'accroît aussi la gaîne gélatineuse donnant lieu à de nouveaux embranchements.*

---

(1) *Hedwigia*, 1875.

(2) *Traité de botanique et de physiologie végétale*, p. 282 et 283 (éd. franç.).

Dans notre fermentation en présence de grumeaux, la formation des grumeaux est aussi accompagnée de cellulose gélatineuse.

Nous voyons donc, par les travaux que nous venons de citer, que les Fucus, les Algues, sont composés de cellulose gélatineuse sans organisation première; que des cellules naissent dans cette masse, et, au fur et à mesure qu'elles s'organisent, elles s'entourent d'une nouvelle formation de cellulose, laquelle devient à son tour le principe de nouvelles cellules. Il y a, entre le mode d'accroissement des Algues inférieures et le mode de formation de la cellulose produite dans le laboratoire avec du sucre et un ferment, une analogie frappante.

M. Sachs, dans son même traité, décrit l'organisation cellulaire des Champignons dans le sens suivant :

« Les membranes cellulaires sont souvent composées d'une couche externe solide et d'une couche interne molle et facile à gonfler; quelquefois les deux couches se confondent par un ramollissement complet, et toute la masse devient gélatineuse. » Il dit aussi, à propos des Fucus : « La couche externe de la membrane cellulaire est gélatineuse; elle se gonfle fortement dans l'eau, remplit tous les intervalles des cellules, et ressemble à une matière intercellulaire plus ou moins dépourvue de structure. Les Fucacées doivent à cette matière la consistance visqueuse qu'elles prennent par un séjour prolongé *dans l'eau douce*.

» Tous ces mucilages paraissent avoir une faculté d'absorber une assez grande quantité de chaux, qui se dépose souvent sous forme d'oxalate de chaux. »

Cette dernière observation concorde encore avec nos essais, et nous avons reconnu que la cellulose que nous avions formée pouvait aussi s'assimiler une importante proportion de chaux.

Il y a donc une grande analogie chimique et physique entre notre cellulose gélatineuse et celle des Algues, des Fucus et des Champignons, et il n'est pas improbable que dans les végétaux supérieurs le sucre commence à se transformer en cette même cellulose amorphe, qui devient le germe d'une organisation plus parfaite.

Pour confirmer cette ressemblance d'une manière plus complète, il nous restait à voir si les Fucus eux-mêmes ne renfermaient pas le ferment cellulosique, et s'ils ne pourraient pas transformer le sucre en cellulose et en glycose.

Essais de fermentation cellulosique par les Fucus.

On sait que la substance gélatineuse des Fucus se gonfle dans l'eau douce, mais reste concrète dans l'eau de mer ; cette particularité est du reste de première nécessité, sans cela les Algues marines se diffuseraient au lieu de croître. Nous avons donc pris de l'eau de mer, non-seulement pour faire nos expériences avec les Fucus dans leur milieu naturel, mais encore pour éviter de confondre une partie de la cellulose gonflée de ces plantes avec celle qui pourrait provenir d'une décomposition du sucre.

PREMIER ESSAI.

Eau de mer	469	cent. cub.
Sucre	50	grammes.
Fucus crispus	3	—
Sulfate de chaux.		

La fermentation cellulosique a été peu sensible et la liqueur s'est altérée; le sulfate de chaux n'avait donc pas les mêmes propriétés que le carbonate et ne pouvait le remplacer.

DEUXIÈME ESSAI.

Eau de mer	938 cent. cub.
Sucre	100 grammes.
Fucus crispus	6 —
Carbonate de chaux précipité.	

La fermentation s'est rapidement établie; elle a suivi son cours complet sans altérations, et, après trois mois de contact, la solution était encore assez bien conservée pour se prêter à toutes les expériences.

TROISIÈME ESSAI.

Eau ordinaire	938 cent. cub.
Sucre	100 grammes.
Fucus crispus	6,75 —
Carbonate de chaux précipité.	

La fermentation s'est également produite et a marché sans altération; il y a bien un peu de mélange de la cellulose de constitution du Fucus, mais nous en avons eu la mesure par une expérience directe faite sur des Fucus en proportions égales. Le sucre s'était transformé en donnant naissance à du glycose. Nous avons remarqué en outre que les squelettes des Fucus employés comme ferment paraissaient s'accroître en longueur et en grosseur. Le fait est certain, mais nous n'osons croire encore à une croissance réelle, cette extension pouvant être le résultat du gonflement lent des Fucus, bien qu'ils aient été depuis deux mois déjà dans la solution lorsque nous en avons fait la remarque. Nous laisserons l'action se continuer indéfiniment jusqu'à ce que l'altération se produise, afin de nous assurer si la végétation n'était qu'apparente.

Enfin nous avons pris une végétation marine de la mer du Nord, n'abandonnant à l'eau froide aucune substance cellulosique gélatineuse, et nous l'avons également mise dans une solution sucrée à 10 pour 100 de sucre, avec du carbonate de chaux précipité. La fermentation cellulosique s'est déclarée et a marché régulièrement avec la production normale de glycose.

On sait que plusieurs Laminaires contiennent du sucre en quantités notables; nous en avons nous-même analysé quelques-unes de la Méditerranée rejetées par les lames, et nous y avons trouvé des quantités sensibles de sucre cristallisable et des traces absolument indosables de glycose. Il est probable que ces plantes en contiennent toutes et qu'elle se transforme successivement.

Enfin nous avons obtenu quelques grumeaux organisés, en employant comme ferment la partie la plus gélatineuse des Fucacées.

Résumé général.

Nous avons d'abord rencontré des ferments ayant la propriété de convertir le sucre cristallisable en cellulose et en glycose, et, après avoir constaté par de nombreuses expériences la réalité de cette réaction, nous avons tenté de rechercher si la cellulose des plantes n'est pas le produit de la décomposition du sucre. Nous avons enfin établi les analogies qui existaient entre la cellulose produite au laboratoire et celle des végétaux inférieurs. Nous avons aussi constaté le grand rôle que joue le carbonate de chaux soit naturel, soit précipité, dans cette fermentation cellulosique, et les points de ressemblance qu'avait cette propriété avec les nécessités de la végétation. Nous sommes loin de considérer ces études comme complètes; elles ne sont qu'un jalon qui pourra peut-être servir de point de départ à d'autres expérimentateurs. Nous tâcherons nous-même de continuer ces essais dans la mesure de nos moyens.

NOTE

SUR

L'ANATOMIE DU *GOODENIA OVATA*

Par M. Julien VESQUE.

Quelque nombreuses et importantes que soient les recherches relatives à l'anatomie comparée des Dicotylédonées, le champ à explorer est encore tellement vaste, que l'on peut espérer que le moindre fait bien observé aura pour résultat de nous éclairer sur l'anatomie générale des végétaux, et peut-être sur la valeur que peut fournir la structure des tiges dans la recherche des affinités des plantes. Encouragé par cette considération et voyant le nombre considérable de travaux qui s'exécutent dans cette direction, je me décide à faire connaître mes observations sur les Goodénoviées.

J'ai déjà indiqué (1), mais trop brièvement et à un tout autre point de vue, l'anomalie que présente à la première inspection la coupe transversale d'une tige de *Goodenia*. Vers le milieu de l'entre-nœud on trouve généralement cinq faisceaux placés plus intérieurement que les autres et recouverts de bois et de liber secondaires. L'anneau cambial passe par-dessus ces faisceaux et les repousse constamment vers l'intérieur. En présence de cette curieuse particularité, il fallait se demander si ces faisceaux constituent un système à part différent des faisceaux extérieurs, s'ils appartiennent en propre à la tige (faisceaux caulinaires) ou si les extérieurs sont caulinaires et les autres foliaires. L'examen approfondi a montré que les faisceaux anormaux ne sont que la continuation directe des autres et qu'ils correspondent à leur partie la plus jeune (1). Le faisceau qui sort de la feuille pénètre dans la tige, où il décrit une courbe onduleuse analogue à celle qui a été décrite pour les Monocotylédonées ; il traverse le cylindre ligneux extérieur, et va se loger à peu de distance de l'axe de la tige, où il chemine verticalement sur une longueur variable ; il s'infléchit ensuite de nouveau vers l'extérieur ; son bois primaire reste au niveau du bois primaire ordinaire, mais le cambium se met en rapport avec celui des faisceaux voisins ; le liber est alors séparé du bois primaire par une épaisseur croissante de bois secondaire. Sur une tige d'un certain âge la marche onduleuse du faisceau échappe facilement à l'observation, et l'on ne voit alors que le parcours oblique du liber ; en faisant des coupes successives de bas en haut, on voit tout à coup le liber s'enfoncer dans le bois secondaire et se diriger obliquement vers l'intérieur jusqu'au bois primaire.

---

(1) Ce n'est qu'à l'impression de ces lignes que j'ai eu connaissance du travail de M. J. Ev. Weiss : *Wachsthumsverhältnisse und Gefässbündelverlauf der der Piperaceen* (*Flora*, juillet-septembre 1876).

L'auteur démontre que les faisceaux périphériques ne sont que la continuation des faisceaux médullaires que M. Sanio avait cru devoir considérer comme « caulinaires » (*Bot. Zeit.*, 1864).

L'étude détaillée de la tige de *Goodenia* fait l'objet de cette note. Les figures 1, 2 et 3 de la planche 19 ont été dessinées à la chambre claire, à un grossissement de 340 diamètres ; les deux autres sont schématiques et serviront à l'intelligence du parcours des faisceaux.

Avant d'étudier l'anatomie générale, qui est la partie la plus intéressante, il me semble utile de jeter un coup d'œil sur l'anatomie *élémentaire* de la tige du *Goodenia ovata*.

Anatomie élémentaire.

L'épiderme, dont la cuticule est assez épaissie, se compose de cellules allongées verticalement et terminées en haut et en bas par des cloisons horizontales ou obliques. Il est couvert d'un grand nombre de poils composés chacun d'une cellule basilaire appartenant, par sa position, aux cellules épidermiques, et d'un disque plus ou moins régulier de quatre à huit cellules. Le mode de formation de ces poils ne diffère pas du type ordinaire; lorsqu'ils sont normalement développés, la cellule terminale se divise d'abord en croix, puis chacune des quatre cellules se divise de nouveau par une cloison radiale aboutissant vers le centre; mais c'est le cas le plus rare. Généralement les huit cellules sont très-inégales quant à leur développement; la régularité de la disposition des cellules, si remarquable dans d'autres plantes, est ici troublée; quelquefois une ou deux de ces divisions ne s'opèrent pas et le disque ne consiste plus qu'en six ou sept cellules ordinairement disposées sur deux rangs. Il n'est pas moins rare de voir la multiplication cellulaire s'arrêter après la première division en quatre. Chaque cellule renferme un globule très-réfringent à côté du nucléus beaucoup plus pâle. La cuticule, déjà épaisse sur l'épiderme, subit une hypertrophie considérable sur le poil et l'englobe complétement dans une masse qui fait corps avec celle de l'épiderme; l'espace libre situé entre les bords du disque et l'épiderme est occupé par la cuticule; le tout ressemble, sur une coupe transversale à la surface, à un monticule cuticulaire dans lequel seraient creusées les cellules du poil. C'est à la partie supérieure que la cuticule est réduite à son minimum d'épaisseur, et c'est par là aussi que peut s'épancher une matière poisseuse et odorante.

---

(1) *Mémoire sur l'anatomie de l'écorce* (*Ann. sc. nat.*, 6^e série, t. II, p. 146, pl. 10, fig. 1).

L'écorce primaire est homogène et se compose de quatre à huit assises de cellules cylindro-prismatiques laissant entre elles des méats aérifères assez considérables. Vers l'intérieur, elle se termine par une gaîne protectrice simple à cellules sensiblement cubiques.

Il n'existe que des fibres libériennes primaires; elles sont prismatiques, très-épaissies, et marquées de ponctuations très-petites accompagnées d'un ou de deux sillons obliques qui indiquent une structure spiralée. Dans la partie terminale des faisceaux, les fibres libériennes sont elles-mêmes recouvertes par le bois et le liber secondaires; on reconnaît donc immédiatement, en examinant le liber d'une tige d'un certain âge, la place à laquelle correspond un faisceau intérieur; les fibres libériennes y font défaut. Le liber mou est irrégulier et consiste en tubes cribreux accompagnés de cellules parenchymateuses.

Les trachées sont disposées en files radiales séparées et dépassées par du tissu séveux; le bois secondaire est composé de fibres et de parenchyme ligneux finement ponctués, entremêlés de vaisseaux ponctués de petit diamètre à diaphragmes obliques ou horizontaux percés d'un trou rond.

La composition du faisceau varie sur les différents points de son parcours, et, comme M. Hanstein l'a montré d'une manière générale (1), une même coupe transversale réunit, dans la collection de faisceaux qu'elle présente, les différents états par lesquels passe chacun d'eux, et permet ainsi d'apprécier immédiatement les changements qui s'opèrent dans la marche descendante du faisceau, en supposant toutefois que le parcours des faisceaux soit connu.

La divergence des feuilles est de deux cinquièmes. J'ai représenté, dans la figure schématique de la planche 19, fig. 4, une coupe faite dans le milieu d'un entre-nœud.

Dans le *Goodenia ovata*, chaque feuille reçoit trois faisceaux, dont celui du milieu est un peu plus fort que les deux autres. Tous les trois ont, au moment de quitter la tige, une constitution analogue à celle que j'ai figurée dans la moitié supérieure de la figure 1. Dans la très-jeune tige ils se distinguent, à première vue, des faisceaux voisins par l'abondance des trachées disposées en files radiales, entourées et séparées par du tissu séveux cambiforme et formant une saillie cunéiforme qui s'enfonce assez loin dans la moelle. Les vaisseaux réticulés et ponctués-aréolés sont en petite quantité; le liber mou, aussi volumineux que tout le système, a la forme d'un faisceau arrondi aplati radialement; il est recouvert d'une masse considérable de grosses fibres libériennes prismatiques, à cavité arrondie;

---

(1) Hanstein, *De la connexion qui existe entre la disposition des feuilles et la structure de la zone ligneuse des Dicotylédones*, traduction (*Ann. sc. nat.*, 4e série, t. VIII, p. 10).

celles qui avoisinent le tissu cribreux sont plus petites, et le maximum de développement se trouve à peu près au milieu du faisceau. Latéralement, ces fibres viennent toucher au bois et se continuent plus en dehors avec le tissu interfasciculaire épaissi. Tout le faisceau ainsi constitué ne s'étend pas directement jusqu'à la gaîne protectrice, dont il est séparé, au moins dans une partie de son étendue, par une assise de cellules délicates qui se continue latéralement à travers le rayon médullaire avec le liber ordinaire du faisceau voisin. Cette assise de cellules devient, en cet endroit, le siége de l'épaississement de la tige; par des divisions successives elle se transforme en un véritable cambium, qui produit en dedans du bois secondaire, ainsi qu'en dehors du liber secondaire sans fibres. L'activité de la multiplication cellulaire n'est pas uniforme sur tous les points de ce nouveau cambium, mais on le voit produire un, deux, ou plusieurs groupes libéro-ligneux qui se confondent bientôt, et se continuent ensuite par une production de bois et de liber plus égale très-abondante.

Très-souvent, sur une tige d'un certain âge, on constate que le bois secondaire développé au-dessus de ces faisceaux intérieurs procède des deux faisceaux ordinaires voisins (1), et réciproquement; quand le faisceau s'apprête à quitter la tige, il semble que ce bois secondaire se retire à droite et à gauche pour laisser le faisceau à découvert. On pourrait croire que les faisceaux ordinaires chevauchent simplement sur les faisceaux profonds; ce n'est cependant qu'une apparence, car ils ne possèdent rien de primaire, ni trachées, ni fibres libériennes à l'extérieur. L'absence de ces dernières est absolument caractéristique pour les faisceaux profonds ainsi recouverts de bois et de liber secondaires. Quand les productions secondaires prennent leur origine sur un plus grand nombre de points à la fois, le faisceau profond apparaît recouvert d'un certain nombre de faisceaux entièrement secondaires; mais toujours un peu avant l'émergence les rayons médullaires disparaissent, et toute cette masse de bois devient uniforme pour se diviser ensuite en deux parties égales qui s'écartent pour laisser passer le faisceau profond.

---

(1) Dans tout ce qui va suivre, j'appellerai *faisceau ordinaire*, celui qui s'accroît par un cambium situé entre le bois et le liber primaires, et *faisceau extraordinaire*, celui qui développe du bois secondaire au-dessus des fibres libériennes primaires.

J'ai figuré (fig. 3) la coupe transversale d'un jeune faisceau qui montre nettement l'assise initiale (*c'*) entre les fibres libériennes primaires (*f*) et la gaîne de Caspary (*g*). Les différences notables qui semblent écarter ce faisceau de celui de la planche 19 tiennent à deux causes : d'abord c'est un faisceau latéral pris à un entre-nœud, au-dessous de son point d'émergence et dans une tige plus jeune; et ensuite il a été dessiné au printemps, le cambium est en pleine activité; ses cellules, fortement distendues dans le sens radial, paraissent plus hautes que larges sur la coupe transversale, et donnent à la section du liber mou une tout autre configuration.

A ce point du développement le cambium ordinaire n'a pas encore quitté ses connexions avec celui des faisceaux voisins; en examinant toute une coupe transversale à cet âge, on le voit décrire une courbe qui s'enfonce brusquement en passant dans ces faisceaux. L'image présente alors quelque analogie avec un jeune rameau de Bignoniacée. L'assise initiale (*c'*) vient rejoindre également, des deux côtés, le cambium ordinaire des faisceaux voisins; on voit donc là simultanément les deux cambiums du faisceau : le cambium interne, encore en pleine activité, et le cambium externe, réduit à une seule assise de cellules; entre les deux est enclavé le faisceau libérien, composé extérieurement de fibres (*f*) et intérieurement de liber mou (*lm*). Si nous comparons maintenant à cette figure la figure 1, qui représente un faisceau plus âgé, nous voyons que le cambium régulier interne s'est éteint; ses cellules ont pris une forme définitive en se transformant, soit en éléments ligneux, soit en éléments libériens; ces derniers, qui sont doués encore d'un certain accroissement individuel (par opposition à la fixité très-hâtive de la forme des éléments ligneux), ont fini par effacer plus ou moins complétement l'ordre régulier des cellules. Le cambium interfasciculaire qui reliait ce faisceau à ses voisins de droite et de gauche a disparu; il est remplacé par un tissu très-épaissi qui achève de fermer le faisceau primordial et de le rendre incapable de tout accroissement radial. Tout se passe maintenant dans le nouveau cambium extérieur. Sur la vieille tige on ne trouve plus, comme dernière trace de cette transposition du cambium, qu'un peu de tissu libérien dans le voisinage de l'étui médullaire. Tout le bois secondaire et tout le liber secondaire situé au-dessus peut être considéré comme appartenant au même faisceau (1), ou bien comme une variété du bois interfasciculaire restant interfasciculaire par rapport aux faisceaux ordinaires, mais devenant ici suprafasciculaire ou extrafasciculaire par rapport aux faisceaux profonds.

Parcours des faisceaux et transformations anatomiques sur les différents points du trajet.

Le diagramme de la figure 3 représente d'une manière schématique la coupe de la tige un peu au-dessous d'un nœud. Les trois gros faisceaux I, 1 *a* et 1 *c* se préparent à entrer dans une feuille; je les appellerai I central, 1 anodique et 1 cathodique (2). Ils sont séparés par des faisceaux ordinaires, qui sont la continuation directe du côté anodique, des faisceaux IV central et 6 anodique, et du côté cathodique, des faisceaux VI central, 4 cathodique et 3 anodique. On voit que le faisceau VI, qui semble être à une assez grande distance du faisceau I, le remplace complétement à partir du quatrième nœud, car les faisceaux 4 cathodique et 3 anodique ont alors quitté la tige.

Si nous montons maintenant suivant la spirale, nous rencontrons (à gauche dans la figure 4) le faisceau II central, qui possède déjà les mêmes caractères que le faisceau I. J'ai mesuré avec soin l'arc qui sépare ces deux faisceaux qui ne me semblaient plus devoir subir aucun déplacement latéral. Quatre mesures m'ont donné 143°,5, 148°, 143°, 141°,5, soit une moyenne de 144°; la divergence est donc exprimée par la fraction $\frac{144}{360}=\frac{2}{5}$. Un peu plus loin se trouve le faisceau 2 anodique, également profond. Le faisceau 2 cathodique commence maintenant sa transformation; il est situé du côté anodique du faisceau 1 anodique; à une très-faible distance au-dessus de cette coupe il ressemble, à la taille près, au faisceau 1 cathodique. Le faisceau 2 cathodique est séparé du II central par le 4 anodique et le 5 cathodique; entre le 2 cathodique et le 4 anodique on trouve une petite masse fibreuse, qui est sans doute la terminaison du faisceau VII central. Entre le faisceau II central et le faisceau 2 anodique se trouve le faisceau V central, divisé par un large rayon médullaire (1). Au delà du 2 anodique il y a deux faisceaux ordinaires (3 cathodique et 5 anodique) qui le séparent du III central, dont le mouvement centripète commence en ce moment. En général le faisceau ordinaire prend d'abord une position légèrement oblique en tournant ses trachées du côté cathodique; il se glisse ainsi insensiblement sous une masse de bois secondaire qui le recouvre. Pendant cette métamorphose il peut rester indivis, ou bien se diviser momentanément en plusieurs groupes qui apparaissent, dans la vieille tige, sous l'apparence d'une ou plusieurs traînées de tissu libérien. Ce faisceau est contigu au 1 cathodique.

---

(1) C'est ainsi que je l'ai considéré dans mon *Mémoire sur l'anatomie comparée de l'écorce*. Si les faisceaux, une fois arrivés à leur position la plus interne, restaient parallèles à eux-mêmes, ce serait probablement là la vérité. En tenant compte de l'ensemble de la structure de la tige, il me semble qu'il serait difficile de se prononcer sur ce point. Je me borne donc à constater les faits et à indiquer les deux solutions théoriques.

(2) M. Nägeli appelle *anodique* le côté de l'ascension de la spirale, et *cathodique* le côté de la descente (*Beiträge zur wissensch. Botanik*, 1858, t. I).

---

(1) Il faut se garder de considérer ces deux masses comme deux faisceaux distincts : les trachées convergent ou divergent (en éventail) relativement à un même plan de symétrie; sur la tige très-jeune on les trouve le plus souvent entièrement confondus, mais la division profonde paraît être constante dans la tige âgée; il est probable qu'elle est en rapport avec la position momentanée de ce faisceau, à l'opposé du faisceau émergent et en regard d'une face plane. Du reste la régularité de la structure de la tige ne laisse aucun doute à cet égard : le faisceau 1 cathodique sorti, il ne reste entre le III central et le 3 anodique que le faisceau VI; le faisceau — 1 cathodique était situé entre le II central et le V central.

En résumé, la marche des faisceaux sera donc la suivante : Les feuilles sont disposées d'après la divergence de deux cinquièmes ; chacune reçoit trois faisceaux, qui sont tous les trois fermés et recouverts, dans la tige, de bois et de liber secondaires. Le faisceau médian N central descend de deux entre-nœuds sans changer de nature ; il s'applique alors sur le côté cathodique du faisceau ($n-2$) cathodique, et en même temps il subit la transformation que j'ai décrite plus haut et par laquelle il devient un faisceau ordinaire (voy. fig. 4) ; il est bientôt séparé du faisceau ($n-2$) cathodique par le ($n-3$) anodique, et plus loin il va se loger entre le ($n-5$) cathodique et le ($n-3$) anodique, où il se termine vers le septième entre-nœud par une petite masse fibreuse (voy. fig. 3, le faisceau VII situé entre le 2 *c* et le 4 *a*) (1). Les deux faisceaux latéraux de la feuille N conservent bien moins longtemps leur forme extraordinaire, et ils ne la perdent pas en même temps. Le faisceau *n* anodique est situé entre les faisceaux ordinaires ($n+1$) cathodique et ($N+3$) central ; il se transforme en un faisceau ordinaire dans le premier entre-nœud plus bas, vers l'émergence des faisceaux ($N-1$). Le faisceau *n* cathodique est situé entre le ($N+5$) central et le ($n-1$) anodique, et quand le ($N+5$) central a disparu, entre le ($n+2$) anodique et le ($n-1$) anodique ; quand le faisceau ($n-1$) anodique a quitté la tige, il a pour voisin, du côté cathodique, le faisceau ($N+2$) central. Il perd presque aussitôt sa forme extraordinaire, et l'on trouve généralement le faisceau ($N+1$) central tout préparé à l'émergence avant que le *n* cathodique commence sa transformation.

En général il est impossible de préciser très-exactement la place où commence la transformation des faisceaux ; il suffit de faire un certain nombre de coupes par le milieu de quelques entre-nœuds pour s'assurer que le nombre des faisceaux profonds n'est pas toujours le même, ce qui tient uniquement à la transformation prématurée ou tardive d'un ou de deux de ces faisceaux.

---

(1) Il m'est arrivé plusieurs fois de rencontrer le faisceau *n* anodique sur le côté cathodique du faisceau ($N+2$) central ; cela aurait pour résultat d'intervertir sur la figure 5 l'ordre des faisceaux 4 *c*, 3 *a* et VI, qui deviendraient 4 *c*, VI et 3 *a*. J'ignore si j'avais affaire à une variation, ou s'il y avait une faute d'observation.

C'est à dessein que j'ai omis tout ce qui est relatif aux anastomoses.

Au moment où les trois faisceaux I quittent l'anneau fibro-vasculaire, les faisceaux ordinaires qui les séparent (IV centr., 6 *anod.* et 4 *cath.*, 3 *anod.* et VI centr.) s'unissent intimement (jeune tige) en deux bandes de tissu fibro-vasculaire, dans lesquelles il est très-difficile de reconnaître le nombre des faisceaux primitifs. Il y a même plus, le faisceau 2 *cath.* d'un côté et de III central de l'autre, se réunissent respectivement à ces deux masses de tissu. Le faisceau III central, qui commence maintenant à se différencier comme faisceau d'une émergence prochaine, apparaît souvent comme un petit crochet terminal de cette masse fibro-vasculaire, tourné vers l'intérieur de la tige. Immédiatement au-dessus du nœud les faisceaux se dissocient de nouveau ; mais il n'est pas certain que les nouveaux faisceaux soient purement la continuation directe des anciens.

Après avoir ainsi reconnu la structure particulière du *Goodenia ovata*, il était intéressant de savoir si elle s'étendrait sur tout le genre ou même sur toute la famille des Goodénoviées. Je fus naturellement réduit à l'emploi d'échantillons secs, et néanmoins cette étude, quelque rapide et superficielle qu'elle ait été, m'a fourni des résultats assez curieux pour mériter d'être indiqués.

Les espèces que j'ai examinées sont : *Goodenia hederacea* Sm., *heterophylla* R. Br., *albiflora* Schlecht., *decurrens* R. Br., *stelligera*, *cistifolia*, *bellidifolia* Sm., *grandiflora* R. Br., *purpurascens* R. Br., *viscida* R. Br., *squarrosa*, *armeriæfolia* Sieber (1).

Ces *Goodenia* présentent de très-grandes différences de port ; plusieurs espèces sont des sous-arbrisseaux, d'autres n'ont que des feuilles radicales du milieu desquelles s'élève l'inflorescence.

---

(1) 12 espèces sur les 70 qui sont connues.

Quant à la structure anatomique, on remarque immédiatement deux types très-différents : dans l'un, les faisceaux, très-faibles, sont tous situés au-dessous d'une zone complète d'éléments prosenchymateux très-épaissis, située elle-même au-dessous de la gaîne de Caspary. Les faisceaux ressemblent parfaitement aux faisceaux primitifs du *G. ovata*, et le tissu prosenchymateux est le même, mais il n'existe pas de bois secondaire en dehors de cette zone fibreuse.

Dans le *G. heterophylla* R. Br., je puis citer le plus bel exemple de cette structure; les faisceaux y sont même assez nettement disposés sur deux rangs, premier indice de la singulière différenciation des faisceaux du *G. ovata*.

Dans cet état la tige ressemble à celle de certaines Cynarées (*Lappa*). Une large bande, d'un tissu très-épaissi, décrit au milieu de la zone des faisceaux une courbe telle que quelques-uns de ces faisceaux (analogues aux faisceaux extraordinaires du *G. ovata*) sont situés en dedans; les autres restent en dehors. Il ne manque plus, pour que la ressemblance avec le *G. ovata* soit complète, que le développement de bois et de liber secondaire dans le cambium des faisceaux externes et en dehors du tissu épaissi pour les faisceaux internes.

Dans le *G. stelligera*, la zone de prosenchyme existe, mais ici tous les faisceaux sont situés en dedans de cette zone. Il en est de même de *G. bellidifolia*, *purpurascens*, *viscida*, *armeriæfolia*, ainsi que dans toutes les espèces à feuilles radicales que j'ai examinées.

Les autres espèces, qui sont généralement des sous-arbrisseaux, *G. hederacea*, *albiflora*, *decurrens*, *cistifolia*, *grandiflora*, *squarrosa*, ne présentent absolument rien de semblable. Les faisceaux ressemblent tous aux faisceaux ordinaires du *G. ovata*, et s'accroissent fortement en épaisseur.

Le *Goodenia ovata* paraît donc présenter une combinaison de ces deux modes de structure. Le premier plan de disposition des faisceaux est conforme à celui des Cynarées (1). Dans leur partie inférieure, les faisceaux s'accroissent ensuite de la manière ordinaire, de sorte que si tous les faisceaux se trouvaient dans ce cas, la tige ressemblerait à celle d'un grand nombre de *Goodenia* frutescents ; dans leur partie supérieure, les faisceaux situés à l'intérieur de la zone épaissie sont en effet recouverts avec celle-ci d'une couche de bois et de liber secondaires qui constitue la véritable anomalie de structure de cette plante.

---

(1) Je n'ai pas étudié le parcours des faisceaux dans les Cynarées, et je ne veux pas pousser la comparaison plus loin.

Parmi les autres genres, le *Selliera radicans* Cavan. et un *Distylis* (*Calogyne* R. Br.) (1) présentent une structure semblable à celle du *Goodenia* et du type *heterophylla*.

Les *Leschenaultia* [*biloba* Lind., *arcuata* de Vries., *grandiflora* DC., *tubiflora* (?)] ressemblent aux *Goodenia* à structure ordinaire. Il en est de même du *Velleia* (2) et du *Dampiera ovalifolia* R. Br.

Des différences anatomiques très-nettes distinguent le *Scævola* (*Sc. Plumieri*) des autres Goodénoviées.

Sur le rameau d'un centimètre de diamètre que j'ai eu à ma disposition, l'épiderme mortifié était déjà séparé de l'écorce primaire par une couche péridermique d'environ quatre assises de cellules, dont la formation m'a paru être purement centripète, et qui a pris naissance dans l'assise cellulaire située immédiatement au-dessous de l'épiderme. L'écorce primaire, très-développée, se compose d'une vingtaine d'assises de cellules réunies entre elles, sans méats dans les trois ou quatre assises externes, mais séparées ailleurs par de vastes méats triangulaires ou quadrangulaires. Dans la région interne, les cellules sont à peu près isodiamétriques, arrondies ; dans les assises externes, elles sont deux fois plus hautes que larges ; partout les parois sont marquées de ponctuations pâles, très-finement criblées. La gaîne de Caspary est à peine reconnaissable à la régularité des cellules et à l'absence des méats intercellulaires ; cependant à l'aide du chloroiodure de zinc on peut s'assurer de la sclérification de cette assise de cellules. Les rayons médullaires sont larges et peuvent arriver jusqu'à cinq rangées de cellules. L'accroissement en épaisseur paraît être très-rapide, le bois est léger, les éléments en sont peu épaissis. La limite externe du liber est marquée par de volumineux paquets de fibres libériennes, semblables à celles du *Goodenia;* la partie la plus externe du liber mou est irrégulièrement composée d'éléments plus larges et de petits groupes d'utricules qui proviennent sans doute de la division secondaire d'une même cellule-mère. Le liber mou secondaire appartient presque absolument au *type régulier* (1); les cellules cambiales ne se divisent pas transversalement pour former les cellules grillagées, elles se divisent une fois par le milieu pour en produire de parenchymateuses.

---

(1) Ce genre ne diffère des *Goodenia* que par la division du style (*Gen. plant.* Benth. et Hook., t. II, p. 539).

(2) *Velleia* (Drummond, *Swan river*, 182).

Les cellules grillagées appartiennent à la variété dite tubes cribreux; les parenchymateuses portent sur les faces latérales une ou deux files d'assez larges ponctuations arrondies. Le bois consiste en fibres finement ponctuées, entremêlées de vaisseaux ponctués, aréolés, irrégulièrement disséminés et d'un diamètre environ trois fois plus fort que le diamètre extérieur des fibres. Autour des vaisseaux il y a un peu de parenchyme ligneux. Les trachées et les vaisseaux rayés sont accompagnés d'une mince zone de parenchyme séveux et font une saillie arrondie du côté de la moelle.

Cette description peut s'appliquer à tous les *Scævola*, que j'ai pu étudier, *Sc. microcarpa* Cavan., *crassifolia*, *Kœnigii*, *spinescens*, R. Br. (2), qui diffèrent seulement par la rapidité de l'accroissement en épaisseur, la densité et la vascularité de leur bois.

---

(1) Voy. *Anatomie comparée de l'écorce* (*Ann. sc. nat.*, 6ᵉ série, t. II, p. 166).

(2) Le *Scævola spinescens* possède un des bois les moins vasculaires qu'il m'ait jamais été donné d'observer. Les fibres ligneuses sont épaissies au point d'oblitérer complétement leurs cavités; les vaisseaux sont très-rares dans le bois secondaire, et ils égalent à peine en largeur le diamètre extérieur des fibres; les éléments du bois primaire sont également très-fins; les rayons médullaires conservent cependant leurs cavités cellulaires et se distinguent nettement au milieu du bois très-réfringent; la moelle, qui est elle-même assez épaissie, est séparée du bois par une forte couche de tissu épaissi.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 19.

Goodenia ovata.

Fig. 1. Coupe transversale d'un jeune rameau. — Gross. de 340 diamètres.

é pr, écorce primaire ; *g*, gaîne protectrice de Caspary ; *c'*, cambium situé en dehors du faisceau supérieur, où il engendre en dedans du bois secondaire *b'* et du liber secondaire *l'* ; *fl*, fibres libériennes ; *lm*, liber mou ; *b*, bois ordinaire ; *m*, moelle.

La coupe donne l'image de deux faisceaux, dont le supérieur est le plus jeune et entre un peu plus haut dans une feuille avec deux congénères situés à droite et à gauche, mais séparés de lui par deux faisceaux semblables à celui qui est représenté dans la moitié inférieure de la figure. Les grosses fibres libériennes du faisceau supérieur semblent se mettre en continuité de tissus avec le parenchyme interfasciculaire fortement épaissi. Le bois régulier vient toucher, des deux côtés, les fibres libériennes, et le faisceau ainsi fermé est incapable, dans cette partie, d'un accroissement secondaire.

Le nouveau cambium *c'*, assez mal caractérisé à cause de la saison avancée (octobre), se continue avec le cambium régulier du faisceau inférieur.

Fig. 2. Coupe longitudinale radiale d'un faisceau prêt à entrer dans une feuille, dessinée au même grossissement que la figure précédente. — La coupe va de la gaîne protectrice de Caspary *g* jusqu'au bois régulier *b* ; *c'* est le cambium nouveau (extra-fasciculaire) ; *b'*, le bois secondaire ; *fl*, les fibres libériennes du faisceau primitif ; *lm*, le liber mou avec ses tubes cribreux ; *b*, le bois.

Fig. 3. Coupe transversale d'un jeune faisceau un peu au-dessous de son émergence. — Même grossissement.

c', une assise de cellules délicates situées entre les fibres libériennes primaires et la gaîne protectrice. Le cambium ordinaire du faisceau est encore en relation latérale avec celui des faisceaux voisins, mais il s'est déjà enfoncé au-dessous du niveau général de l'anneau cambial. L'assise *c'* rejoint également le cambium ordinaire et deviendra le foyer de l'accroissement en épaisseur.

Fig. 4. Coupe schématique de la tige au milieu d'un entre-nœud. Les numéros en chiffres romains indiquent l'ordre des faisceaux médians qui se rendent aux feuilles ; les faisceaux latéraux sont marqués par des chiffres arabes ; 2 *a* indique le deuxième faisceau anodique (du côté de l'ascension) ; 2 *c* le deuxième faisceau cathodique. Les parties ombrées représentent le bois, les parties pointillées les fibres libériennes des faisceaux externes.

Fig. 5. Schéma du parcours des faisceaux. — Les numéros d'ordre sont les mêmes que dans la figure précédente. Le cylindre est développé de telle manière que les parties internes dans la tige sont antérieures dans le dessin et marquées en noir ; les parties réduites à des lignes sont extérieures, et les endroits où les gros traits s'atténuent correspondent aux points d'inflexion où les faisceaux descendants se dirigent en dehors et vont se ranger dans le cercle extérieur.

Les anastomoses au niveau des nœuds n'ont pas été dessinées (1).

---

(1) Pour l'aspect du jeune faisceau poussé vers l'axe de la tige par le bois secondaire supra-fasciculaire, je puis renvoyer le lecteur à la figure que j'en ai donnée dans mon *Mémoire sur l'anatomie comparée de l'écorce* (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. II, pl. 10, fig. 1).

RECHERCHES

SUR

LA RESPIRATION DES RACINES

PAR MM.

P. P. DEHÉRAIN,

Docteur ès sciences,
Aide-naturaliste de Culture au Muséum d'histoire naturelle,

et

J. VESQUE,

Docteur ès sciences,
Préparateur de Culture au Muséum d'histoire naturelle.

PREMIÈRE PARTIE.

Les physiologistes distinguent aujourd'hui dans les végétaux deux fonctions différentes. Les organes à chlorophylle, frappés par les rayons du soleil, décomposent l'acide carbonique et émettent de l'oxygène : c'est là un phénomène de nutrition, puisque c'est par cette décomposition que les plantes assimilent le carbone qui fait partie intégrante de leurs tissus et des principes qu'ils renferment. D'autre part, les rameaux, les fleurs, les fruits, les graines, absorbent de l'oxygène et émettent de l'acide carbonique. Ce phénomène de respiration, antagoniste du précédent, a été l'objet de recherches importantes dans ces dernières années; mais ces recherches n'ont pas porté sur les racines, et nous n'avons guère sur l'action qu'elles exercent sur l'atmosphère ambiante d'autres observations que celles qui ont été faites au commencement du siècle par Th. de Saussure.

L'illustre observateur a bien reconnu (1) que l'oxygène était indispensable aux racines, que les plantes dont les organes souterrains étaient plongés dans une atmosphère dépouillée de ce gaz ne tardaient pas à périr ; il a même reconnu que des racines charnues (Betteraves, Carottes) séparées de leur tige transformaient l'oxygène ambiant en acide carbonique. Mais il n'a pas examiné si les racines, encore adhérentes aux plantes, absorbaient encore de l'oxygène ; il n'était pas indifférent cependant de s'en assurer. Il était intéressant également de déterminer dans quels rapports se trouvaient l'oxygène absorbé et l'acide carbonique émis, dans le cas où cette émission aurait lieu.

---

(1) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 109, etc.

La première partie de notre travail a donc eu pour but de reconnaître quelle influence exercent les racines sur l'atmosphère ambiante.

Dans la seconde partie, qui n'est pas terminée, nous avons attaqué une autre question. Que la racine soit l'organe d'absorption des matières minérales, des matières azotées, cela n'est douteux pour personne, mais est-elle également un organe d'absorption pour l'acide carbonique? C'est ce qu'on ne sait plus aussi bien. Il est certain qu'on réussit à élever des plantes dans des sols absolument stériles, absolument dépourvus d'éléments carbonés, quand on a la précaution d'y ajouter les substances azotées et minérales nécessaires à leur développement ; on réussit également à faire vivre des végétaux en alimentant exclusivement leurs racines à l'aide de dissolutions salines, et dans ces conditions particulières le carbone paraît être exclusivement prélevé par les feuilles sur l'air ambiant.

Toutefois il est rare que les plantes élevées dans les sols artificiels deviennent aussi vigoureuses que celles qui se développent dans un sol fertile. La raison n'en serait-elle pas que dans celui-ci la racine trouverait une large provision d'acide carbonique qui, aspiré dans le sol et arrivant jusque dans les feuilles, y serait décomposé à son tour dans les cellules à chlorophylle et contribuerait dans une certaine mesure à fournir à la plante les matériaux nécessaires à son développement.

Nous avons donc recherché si l'acide carbonique donné aux racines était absorbé par elles et pouvait apparaître sous forme d'oxygène dans l'atmosphère des feuilles; mais les résultats auxquels nous ont conduits les premiers résultats obtenus dans la série d'expériences exécutées cette année n'ont pas été assez nets pour que nous croyions devoir les publier actuellement. Nous reviendrons l'an prochain sur ce sujet.

DE L'ACTION DES RACINES SUR L'ATMOSPHÈRE AMBIANTE.

§ 1.

Description de l'appareil employé.

La figure 1 représente l'appareil qui a été employé dans la première partie des recherches.

Il consiste essentiellement en une éprouvette munie de trois tubulures supérieures et d'une inférieure, et remplie de pierre ponce dans laquelle les plantes ont été enracinées. Nous avons disposé ainsi une dizaine d'appareils dans lesquels se sont développés des Lierres et des Véroniques (*Veronica speciosa*), en excellent état de santé quand les expériences ont commencé.

Il n'est pas besoin d'insister sur la nécessité de placer les plantes en expérience dans un sol absolument dépouillé de matières végétales, puisque leur présence eût déterminé des absorptions d'oxygène et des dégagements d'acide carbonique qui auraient masqué le phénomène que nous voulions étudier.

On avait choisi des arbrisseaux ligneux afin de pouvoir fermer hermétiquement la tubulure supérieure par laquelle sortait la tige, au moyen d'un bouchon de caoutchouc fendu dont la fente était garnie de caoutchouc fondu ; la tige ligneuse présentait une résistance suffisante pour supporter de semblables manipulations qui auraient altéré une tige herbacée. La tubulure *c* était munie d'un bouchon garni d'un robinet; la tubulure *a* portait un thermomètre et un manomètre à mercure *b*.

Notre appareil devait être disposé de façon à renouveler aisément l'atmosphère de l'éprouvette A; on y réussissait à l'aide d'un courant d'eau pénétrant dans l'éprouvette par la tubulure *d*. Il est facile de voir en effet que si l'on désirait chasser tout l'air contenu dans A, on n'avait qu'à ouvrir le robinet *c* et à faire couler de l'eau par l'entonnoir C : cette eau passait dans le ballon B par le tube *p* ; et si une certaine quantité d'air

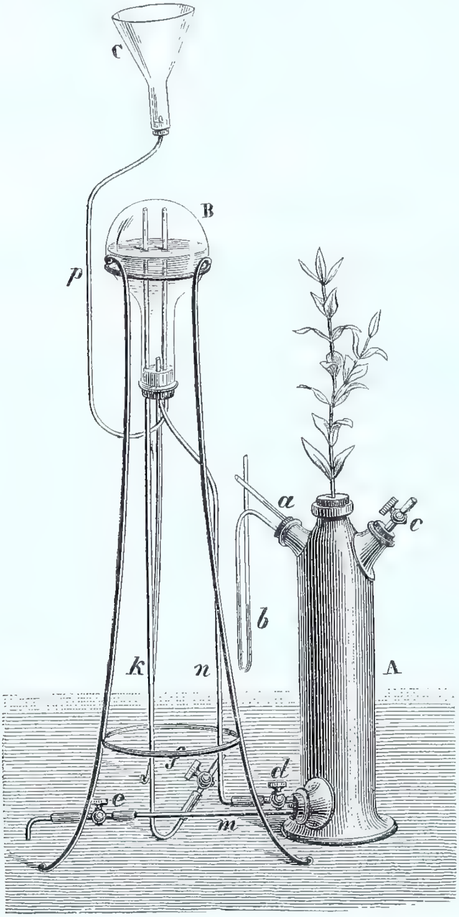


Fig. 1.

était entraînée par les mouvements de trompe qui se produisent si souvent dans de semblables appareils, cet air se réfugiait à la partie supérieure de B et n'arrivait pas à modifier la composition de l'atmosphère A. On ouvrait en même temps le robinet *d* ; l'eau s'écoulait de B en *d* par le tube *n* et chassait l'air par *c* ; quand l'eau commençait à couler par *c*, on était sûr d'avoir déplacé tout l'air contenu dans A. Si l'on voulait remplacer l'eau par de l'air normal, on fermait *d* et l'on ouvrait *e* et *c*; l'air pénétrait par *c*, remplaçait l'eau qui s'écoulait par *e* dans un vase placé au-dessous de la table, percée pour laisser passer l'extrémité recourbée du tube *m*. Une portion de l'eau imprégnait la pierre ponce, qui était ainsi maintenue à un état convenable d'humidité.

Le tube *k* et le robinet *f* permettaient de vider le ballon B quand on voulait remplacer le liquide d'arrosage par un autre. Grâce à ces dispositions, nous avons pu faire fonctionner les appareils régulièrement, sans qu'il fût nécessaire d'en démonter aucune partie.

Ajoutons, en terminant cette description, qu'il a été nécessaire de noircir les éprouvettes A renfermant la pierre ponce. En effet, les liquides d'arrosage, contenant une petite quantité de nitrates et de phosphates, se chargent avec une extrême facilité de matière verte dont l'action respiratoire pouvait troubler les phénomènes que nous voulions observer (1).

§ 2.

Absorption d'oxygène et dégagement d'acide carbonique par les racines.

L'appareil étant décrit, nous pouvons indiquer les résultats auxquels nous ont conduits les expériences exécutées pendant le dernier été. Nous avons d'abord cherché comment les racines agissaient sur l'air normal.

Quand on laisse pendant quelques jours l'appareil en observation, tous les robinets étant fermés, on reconnaît, par la marche du manomètre, que la pression diminue à l'intérieur, sans qu'on puisse attribuer cette diminution ou à un abaissement de température, ou à un changement barométrique pendant la durée de l'expérience.

Pour observer comment les racines avaient modifié l'atmosphère de l'éprouvette, nous avons dans nos premières expériences déplacé l'air contenu dans l'éprouvette au moyen de l'eau ; il nous suffisait pour cela d'adapter à la tubulure *c* un caoutchouc muni d'un ,tube abducteur retourné sous un tube gradué rempli d'eau, et de verser de l'eau par l'entonnoir C : cette eau s'introduisait dans l'appareil par la tubulure *d* et déplaçait devant elle l'air de l'éprouvette A. En opérant ainsi, nous avons toujours trouvé que l'air de A s'était appauvri en oxygène, mais qu'il ne contenait pas d'acide carbonique.

---

(1) Les petites Algues (*Scenedesmus obtusus* et *caudatus*) qui forment cette matière verte paraissent décomposer l'acide carbonique avec une grande facilité; pendant les chaudes journées d'été nous avons vu souvent des flacons remplis d'eau chargée de cette matière verte présenter une effervescence assez vive.

On en jugera par les chiffres suivants que nous empruntons à l'expérience du 3 avril 1876. La pression intérieure était de 10 millimètres au-dessous de la pression normale. La température marquée par le petit thermomètre *a* était de 18 degrés.

Nous avons fait deux prises de gaz, qui ont été analysés par les méthodes ordinaires, c'est-à-dire que le gaz étant mesuré sur l'eau, on y ajoute un petit fragment de potasse pour absorber l'acide carbonique ; on a ensuite ajouté de l'acide pyrogallique ; quand on n'a plus observé de diminution de volume, on a lu le gaz restant.

L'expérience a commencé le 3 août, à 5 heures 50 minutes du soir ; on y a mis fin le 4 à 2 heures 30 minutes.

Première prise de gaz.

Gaz recueilli...........	21,8		
Après potasse..........	21,8	Acide carbonique..	0,0
Après acide pyrogallique.	17,9	Oxygène..........	3,9
Oxygène dans 21,8 d'air..................			4,5
		Oxygène absorbé........	0,6

Deuxième prise de gaz.

Gaz recueilli...........	24,1		
Après potasse..........	24,1	Acide carbonique..	0,0
Après acide pyrogallique.	19,9	Oxygène	4,2
Oxygène dans 24,1 d'air..................			5,0
		Oxygène absorbé........	0,8

Cette première expérience montrait que les racines absorbent une quantité notable d'oxygène, qu'elles ne remplacent pas par une quantité équivalente d'acide carbonique.

Une deuxième expérience donna des résultats analogues ; on observa encore le 5 avril sur la même Véronique une absorption d'oxygène non accompagnée d'une émission d'acide carbonique.

Une autre série d'expériences exécutée les jours suivants donna cependant une très-faible quantité d'acide carbonique : c'est ainsi que le 6 avril, avec une température intérieure de 20 degrés, une pression intérieure de 761, la pression extérieure étant de 771, nous avons eu les chiffres suivants :

Première prise de gaz.

Gaz recueilli	23,00		
Après potasse	22,85	Acide carbonique	0,15
Après acide pyrogallique	18,80	Oxygène	4,05
Oxygène dans 23,0 d'air normal			4,82
		Oxygène absorbé	0,77

Deuxième prise de gaz.

Gaz recueilli	24,30		
Après potasse	24,15	Acide carbonique	0,15
Après acide pyrogallique	19,85	Oxygène	4,30
Oxygène dans 24,3 d'air normal			5,09
		Oxygène absorbé	0,79

La quantité d'acide carbonique ainsi dégagé était donc très-faible. En opérant sur un Lierre au lieu d'une Véronique, on obtint encore les mêmes résultats : la quantité d'oxygène absorbé était sensible ; la quantité d'acide carbonique était nulle ou très-faible.

Ces premières expériences nous montraient que pour observer plus nettement l'émission d'acide carbonique, il fallait modifier un peu cette manière d'opérer. Nous pensâmes d'abord à analyser une plus grande quantité de gaz.

Le 7 avril, la température était de 20°,5, la pression de 766 ; on ferme les robinets. Le 8, à quatre heures, on recueillit en deux opérations tout le gaz contenu dans l'éprouvette.

On obtint cette fois des résultats plus concluants.

Première prise de gaz.

Gaz recueilli	88,1		
Après potasse	86,7	CO^2	1,4
Après acide pyrogallique	72,2	Oxygène	14,5

Deuxième prise de gaz.

Gaz recueilli...........	47,1		
Après potasse...	46,5	Acide carbonique.	0,6
Après acide pyrogallique.	38,4	Oxygène	8,1

Les résultats de l'expérience peuvent donc se résumer ainsi :

Gaz total	135,2
Acide carbonique................................	2,0
Oxygène...	22,6
Azote	110,6

135,2 d'air renferment 28,34 d'oxygène; il y a donc eu 28,34 — 22,60 = 5,74 d'oxygène absorbé qui n'ont été partiellement remplacés que par 2 centim. cubes d'acide carbonique.

Ainsi les racines fonctionnent comme les rameaux, comme les feuilles, comme les bourgeons; elles absorbent de l'oxygène et émettent de l'acide carbonique, les expériences précédentes le démontrent clairement.

Les résultats des analyses précédentes font voir que le gaz qui a séjourné au contact des racines est plus pauvre en oxygène que l'air normal, et en même temps plus riche en azote. Faut-il en conclure que pendant que ce gaz perd de l'oxygène fixé par les tissus végétaux, il gagne de l'azote provenant des gaz confinés dans ces tissus; ou bien peut-on admettre que l'augmentation en azote n'est qu'apparente et due simplement à la diminution de l'oxygène, la quantité d'azote restant constante?

Nous avons essayé de décider cette question en modifiant quelque peu notre manière d'opérer, qui nous exposait au reste à perdre un peu d'acide carbonique.

§ 3.

Les racines plongées dans l'air normal émettent-elles une quantité sensible d'azote ?

On conçoit qu'en remplissant d'eau l'appareil à l'aide des manœuvres indiquées plus haut, jusqu'à ce que l'eau sorte par le robinet *c*, puis en recueillant l'eau qui pourra s'écouler de l'appareil dans un vase gradué placé au-dessous de la table, par le tube *m* et le robinet *c*, on mesure assez exactement le volume que l'air occupe dans l'éprouvette dans les interstices de la pierre ponce : on a donc le volume du gaz intérieur ; les différences de niveau du mercure dans l'appareil lues au cathétomètre donnent la pression intérieure de ce gaz, dont la température est indiquée par le thermomètre. On posséderait donc tous les éléments nécessaires pour calculer le volume du gaz, si l'on pouvait avoir la certitude que l'appareil tint absolument. Nous verrons plus loin qu'il semble que malgré tous nos soins, nous ne pouvons pas affirmer qu'il en est ainsi ; toutefois, si la fin de notre expérience est peut-être entachée de quelque incertitude, nous pouvons cependant en déduire plusieurs conclusions importantes.

Il était nécessaire, dans ces expériences rigoureuses, de ne pas perdre d'acide carbonique, de façon à ne pas attribuer à une absorption par les racines une diminution de volume due seulement à la dissolution de l'acide carbonique dans l'eau ; aussi avons-nous modifié le procédé d'abord employé pour les prises de gaz.

Nous avons approché de l'appareil une de ces grandes cuves à mercure profondes, qu'on emploie dans les amphithéâtres pour vérifier la loi de Mariotte à de basses pressions (fig. 2), et qui consiste essentiellement en un tube de fer auquel est fixée une vasque de verre. En enfonçant dans le mercure une de ces pipettes à robinet de verre dont l'usage se répand dans les laboratoires, nous en chassions l'air complétement ; puis fermant le robinet quand l'air était expulsé, la pipette étant encore sous le mercure, nous pouvions la laisser remonter encore pleine de mercure ; on y attachait alors un tube capillaire articulé par des caoutchoucs, qui allait se fixer par un caoutchouc au robinet *c*.

La disposition de l'appareil est représentée dans la figure 2 : dans cette figure le gaz est pris dans l'atmosphère des feuilles ; mais on conçoit facilement que le même mode d'opérer s'applique au vase contenant les racines tel que le présente la figure 1.

Expériences des 16 et 17 mai. — L'expérience des 16 et 17 mai a donné des résultats d'une grande netteté.

Au moment de la fermeture des robinets, on observe les chiffres suivants : $t = 17^{\circ}$, $H = 759^{\text{mill}},5$. Le 17, quand on y mit fin, les chiffres étaient devenus $t = 18^{\circ},5$, $H = 759^{\text{mill}},5$ $h = 29^{\text{mill}},2$ (h est la différence de pression intérieure accusée par le manomètre b).

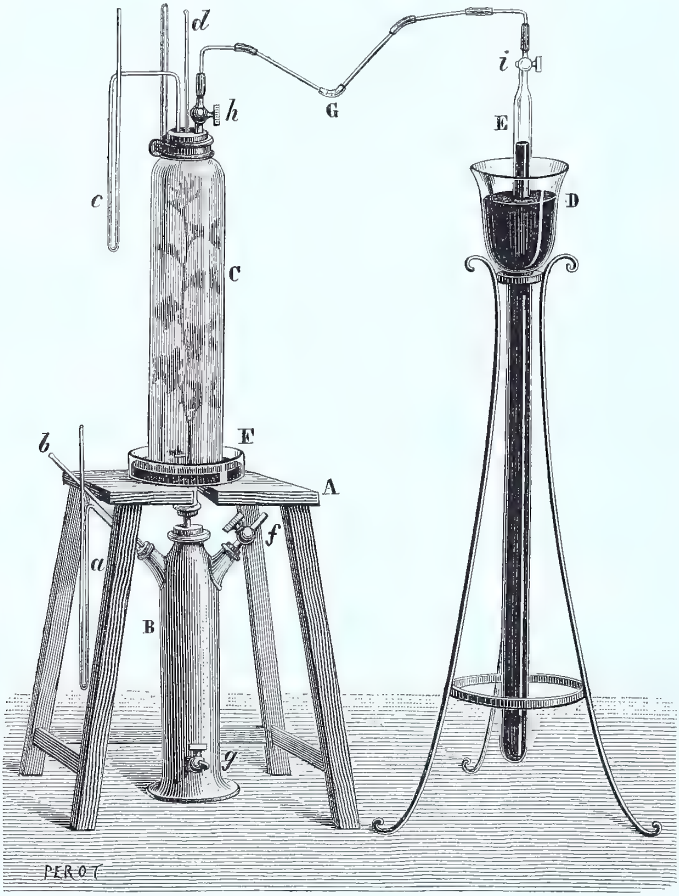


FIG. 2.

Pour calculer la diminution de volume due à l'action des racines, on employa la formule très-simple

$$v = \frac{V(H - f)}{760(1 + \alpha t)} - \frac{V(H' - h - f')}{760(1 + \alpha t')}$$

ou en remplaçant par les valeurs :

$$V = \frac{123 \times 745,1}{760 \times 1,0622} - \frac{123 \times 714,5}{760 \times 1,0677} = 5,3.$$

Ainsi par l'action de la plante le volume du gaz avait diminué de 5,3. On préleva une certaine quantité de gaz sur le mercure comme il a été indiqué plus haut ; on trouva :

	cc
Gaz recueilli	9,2
Acide carbonique	0,5
Oxygène	1,1
Azote	7,6

Les 117,7 de gaz contenus dans l'appareil à la fin de l'expérience contenaient donc :

Oxygène	14,0
Acide carbonique	6,3
Azote	97,4

Or les 123 primitifs renfermaient :

Oxygène	25,78
Azote	97,20

Nous trouvons donc dans l'atmosphère les changements suivants :

Oxygène primitif	25,78		
Oxygène final	14,00	Différence en moins.	11,78
Azote primitif	97,20		
Azote final	97,40	Différence en plus.	0,20
Acide carbonique final.	6,30	— —	6,30

Il est donc apparu 6,5 de gaz ; il en a disparu 11,78 — 6,5 = 5,18, nombre qui se confond sensiblement avec la diminution de volume observée à l'aide du manomètre, puisque nous avions trouvé 5,3.

Expérience des 17 *et* 18 *mai*. — On a laissé l'appareil dans les mêmes conditions que précédemment, la Véronique était en très-bon état ; on a seulement égalisé la pression intérieure à la pression atmosphérique, en faisant couler un peu d'eau dans l'appareil : le volume de cette eau, mesuré à la fin de l'expérience, a été précisément trouvé égal à 5 centimètres, ce qui vérifie les nombres précédents (1).

On a arrêté l'expérience le 18 mai, elle avait duré vingt-quatre heures environ.

Les données du calcul sont les suivantes :

$$V = \frac{(123-5)\times(759{,}6-16{,}6)}{760\,(1+19^{\circ}{,}3\,\alpha)} - \frac{(123-5)\times(760{,}4-18{,}7-16{,}2)}{760\,(1+21^{\circ}{,}2\,\alpha)} = 3{,}2$$

Un échantillon du gaz, prélevé comme il a été dit plus haut, a donné les résultats suivants :

Volume du gaz	7,80
Acide carbonique	0,55
Oxygène	0,60
Azote	6,65

Nous trouvons que pour 114,8 = (123,5 — 3, 2) il y avait :

Acide carbonique	8,09
Oxygène	8,82
Azote	97,89

Le gaz avait perdu :

Oxygène	14,00 — 8,82 = 5,18

Il avait gagné :

Acide carbonique	8,09 — 6,30 = 1,79
Perte totale	3,39

Or le calcul manométrique donne 3,20 ; nous avons donc une faible différence qui est due à l'azote. En effet, le gaz primitif renfermait 97,40 d'azote, nous en trouvons à la fin 97,89, c'est-à-dire que l'azote a augmenté de 0,49 : augmentation un peu plus forte que celle que nous aurions dû trouver d'après le calcul manométrique, puisque nous n'aurions dû avoir que 0,19 au lieu de 0,49 ; mais nos procédés d'analyse ne nous permettaient pas une plus grande approximation.

Si nous comparons entre elles ces deux expériences, nous trouvons que pendant la seconde phase la plante a pris un peu moins d'oxygène et dégagé un peu moins d'acide carbonique que pendant la première opération.

---

(1) La pression barométrique s'était maintenue à 759 millimètres.

Nous pourrions transcrire ici plusieurs autres expériences que renferme le registre du laboratoire de culture ; mais il n'en ressortirait aucun fait nouveau, les autres expériences donnant, comme celles que nous venons d'examiner, une absorption d'oxygène et une émission d'acide carbonique, la quantité d'azote restant sensiblement constante.

Il est donc bien clair, d'après les résultats précédents, que la racine respire comme les autres organes végétaux, et que comme eux (quand la fonction chlorophyllienne n'est pas en jeu), elle absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique. Un grand nombre de matières organiques mortes ou vivantes donnent des résultats semblables, et si nous avions arrêté là nos observations, nous n'aurions pu en tirer aucune conclusion relative à l'importance physiologique de ce phénomène de respiration. Nous avons voulu savoir si la plante a besoin, pour soutenir sa vie, de rencontrer de l'oxygène dans l'atmosphère confinée du sol, ou s'il lui suffit d'avoir sa tige seulement dans l'air, et pour résoudre ce point particulier, nous avons disposé quelques expériences où les racines ont été plongées dans des atmosphères artificielles. Il était important d'examiner d'abord si un simple changement dans la composition de l'air du sol n'aurait pas une action fâcheuse sur la santé de la plante ; de là la nécessité de plonger d'abord ces racines dans l'oxygène pur.

§ 4.

Action des racines sur une atmosphère d'oxygène pur.

Pour remplacer dans le vase A l'air normal de l'oxygène, nous avons commencé par y faire couler de l'eau à l'aide des manipulations indiquées plus haut, puis nous avons adapté à une cloche remplie d'oxygène un caoutchouc fixé à son autre extrémité au tube *c* ; nous avons alors ouvert le robinet *e*, l'eau s'est écoulée et l'oxygène est venu la remplacer.

Le 9 juin, la Véronique dont les racines sont dans l'oxygène depuis huit jours n'a pas souffert, la plante est très-vigoureuse ; le manomètre accuse une très-forte diminution de volume. Cette diminution a été très-marquée pendant plusieurs jours, puis elle est restée stationnaire, et a enfin un peu diminué ; on a prélevé à ce moment un échantillon de gaz sur le mercure (voy. fig. 2). On a trouvé dans 22,1 :

Acide carbonique	2,1
Oxygène	10,9
Azote	9,1

Ainsi, à l'origine, le gaz de l'éprouvette A était de l'oxygène pur ; à la fin, il renferme presque la moitié de son volume d'azote. Cet azote vient-il d'une fuite dans l'appareil? vient-il des racines qui auraient émis une certaine quantité de ce gaz qui se serait diffusé dans l'atmosphère du flacon, diffusion facilitée par la différence de composition de l'air extérieur et de l'air contenu dans les racines? Nous ne sommes pas assez sûrs d'un appareil dans lequel il a fallu luter une plante pour affirmer qu'un peu d'air n'y est pas entré ; mais il est très-possible également que l'azote provienne d'une diffusion des gaz contenus dans la plante.

Nous constatons donc ce fait simplement, réservant une étude plus approfondie pour un prochain travail que la saison trop avancée ne nous permet pas d'entreprendre immédiatement.

L'expérience précédente était de nature à nous faire voir, comme celles qui ont été faites dans l'air normal, que les racines absorbent de l'oxygène, mais elles ne pouvaient nous permettre d'affirmer que cet oxygène est nécessaire à leur existence ; il fallait, pour nous éclairer complétement, placer les plantes dans des atmosphères dépouillées d'oxygène.

§ 5.

Respiration des racines dans une atmosphère dépouillée d'oxygène.

Les expériences portèrent sur deux Lierres : l'un reçut d'abord une atmosphère riche en acide carbonique ; à l'analyse on reconnut que ce gaz formait environ le tiers du volume total ; la plante ne parut pas en souffrir. Après quelques jours elle paraissait être dans le même état qu'à l'origine. On chassa alors l'air complétement, on le remplaça par de l'acide carbonique pur ; mais la plante ne tarda pas à périr, le point végétatif se détacha et les feuilles se desséchèrent peu à peu. Ainsi l'oxygène est nécessaire aux racines ; il ne suffit pas, pour que la plante puisse vivre, que sa partie aérienne plonge dans une atmosphère oxygénée, il faut encore que le gaz comburant soit directement en contact avec les organes souterrains. L'absorption d'oxygène observée dans les expériences précédentes n'est pas un simple phénomène d'oxydation des matières combustibles contenues dans les racines, c'est un acte respiratoire qu'on ne peut supprimer sans que la plante périsse. Toutefois l'énergie respiratoire des racines paraît très-inférieure à celle des organes aériens : ainsi une atmosphère très-riche en acide carbonique n'exerce pas une influence fâcheuse tant qu'il y a de l'oxygène ; la plante vit, et c'est seulement au moment où il est complétement chassé que les phénomènes morbides apparaissent et précèdent la mort de peu de jours.

Une expérience analogue à la précédente fut tentée sur un autre Lierre : les racines furent plongées dans une atmosphère d'azote. La plante ne parut pas souffrir, elle resta pendant près de quinze jours (juin) sans présenter aucun phénomène morbide. On voulut rechercher si même dans ces conditions le Lierre avait pu former un peu d'acide carbonique ; mais la première expérience tentée donna un résultat très-inattendu qui nous empêche d'ajouter à l'expérience une grande confiance : l'analyse montra dans l'atmosphère des racines une petite quantité d'oxygène. En effet, 21,1 de gaz qui auraient dû être de l'azote pur accusèrent 19,6 d'azote seulement ; l'acide pyrogallique et la potasse ayant absorbé 1,5 de gaz oxygène.

Nous rencontrons ici la même difficulté qui nous a arrêtés dans l'expérience sur l'oxygène : peut-on affirmer qu'un appareil comme celui qui nous a servi soit complétement à l'abri d'une fuite ? Nous n'oserions le dire ; cependant une autre expérience faite avec beaucoup de soin semble indiquer que les gaz contenus dans la plante sont susceptibles de se diffuser dans l'atmosphère des racines.

Le 19 juin on opère sur une Véronique (*Veronica speciosa*) en parfait état de santé; on lave deux fois l'atmosphère des racines par un courant de gaz azote. Le 21, la plante étant encore très-saine, on fait successivement deux prises de gaz.

Gaz analysé	22,1
Après potasse	20,5
Après acide pyrogallique	20,4

On trouve donc :

Acide carbonique	1,6
Oxygène	0,1

Une autre prise de gaz a donné les résultats suivants, qui s'accordent avec ceux qu'on avait obtenus dans la première analyse :

Gaz analysé	20,3
Après potasse	19,5
Après acide pyrogallique	19,5

D'où l'on peut conclure que l'atmosphère ne renfermait pas d'oxygène, mais qu'il y était apparu cependant 0,8 d'acide carbonique, c'est-à-dire 3,9 pour 100 de gaz.

Ainsi dans cette expérience on a obtenu d'une plante dont les racines sont plongées dans l'azote une faible quantité d'acide carbonique, mais qui n'est cependant pas très-inférieure à celle que nous avons trouvée dans diverses expériences exécutées sur l'air normal; elle n'est même pas très-différente de celle que nous avons exécutée dans une atmosphère d'oxygène : il en faudrait donc conclure que l'acide carbonique observé ne provient pas d'une oxydation extérieure des racines, mais d'un gaz formé par la plante elle-même qui se diffuserait au travers des racines pour se répandre dans l'atmosphère ambiante.

Les racines de Véronique qui avaient donné les résultats précédents furent de nouveau maintenues dans l'azote; on fit passer dans l'appareil un nouveau courant de gaz et l'on ferma les robinets; mais la plante ne put pas supporter pendant longtemps cette atmosphère absolument privée d'oxygène : les feuilles du bas tombèrent les premières ; le 29 juin plusieurs avaient déjà disparu, et la plante elle-même ne tarda pas à périr.

Les expériences précédentes démontrent donc : 1° Que l'oxygène est nécessaire à tous les organes des végétaux, et qu'il ne suffit pas, pour qu'une plante vive, que sa partie aérienne soit plongée dans l'air ; il faut encore que les racines elles-mêmes trouvent de l'oxygène dans l'atmosphère du sol où elles s'enfoncent.

2° Que l'absorption d'oxygène qui a lieu par les racines n'est accompagnée que d'un faible dégagement d'acide carbonique, tellement que les racines font un vide partiel dans les vases où elles séjournent.

3° Que ce dégagement d'acide carbonique a lieu aussi bien dans une atmosphère privée d'oxygène que dans une atmosphère oxygénée ; d'où l'on peut conclure que l'acide carbonique émis ne provient pas d'une oxydation superficielle de quelques organes en décomposition, mais bien d'un phénomène régulier de circulation des gaz dans la plante.

NOTA. — Au moment de mettre sous presse, nous recevons un travail de M. Barthélemy, inséré dans le tome V de la *Revue des sciences naturelles* (Montpellier), juin 1876, et qui a trait à l'absorption des bicarbonates par les plantes. Bien que le très-intéressant mémoire de M. Barthélemy ne touche pas directement à la question que nous avons traitée, nous y trouvons cependant une observation qui est complétement d'accord avec les nôtres. L'auteur a remarqué la présence de bicarbonate de chaux dans des eaux où il avait placé du carbonate neutre et où des racines de plantes aquatiques séjournaient quelques heures ; l'auteur en conclut que les *racines des plantes rejettent de l'acide carbonique qui maintient les bicarbonates saturés.*

RECHERCHES

SUR

LA QUANTITÉ ET LA RÉPARTITION DE L'EAU

DANS LA TIGE DES PLANTES LIGNEUSES

Par M. N. GELEZNOW (1).

L'eau joue un rôle si important dans la vie des plantes, que l'étude détaillée de la distribution de ce liquide dans les différents organes et aux différentes époques de la végétation mérite pleinement l'attention des physiologistes.

Une circonstance particulière m'a déterminé à entreprendre cette étude. Il y a bien des années (1854 ou 1855) qu'un fait curieux a attiré mon attention. J'ai remarqué, pendant un hiver froid, aux environs de Saint-Pétersbourg, que les branches inférieures d'un Tilleul touchaient le sol par leur extrémité, tandis que par un temps plus doux, en été, ces mêmes branches étaient relevées de manière qu'on pouvait facilement se tenir debout sous leur ombrage.

Ce fait remarquable a été signalé pour la première fois par M. Rogers. L'hiver de l'année 1833 était très-rigoureux en Angleterre et a fait périr ou a endommagé beaucoup de plantes. Le célèbre Lindley, rassemblant de toutes parts les notions concernant cette dévastation, publia la remarque de M. Rogers. Ce propriétaire du duché de Kent remarqua que, pendant un matin très-froid, les branches des Tilleuls plantés dans son jardin penchaient vers la terre et obstruaient le passage. Il avait déjà l'intention de les couper, lorsque, dans la journée, devenue plus chaude, le phénomène disparut, c'est-à-dire que les branches se relevèrent de nouveau.

---

(1) Extrait des *Mélanges biologiques* tirés du *Bulletin de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, vol. IX, 19/31 décembre 1872, imprimé par ordre de l'Académie en octobre 1876. Ce mémoire est accompagné de quatre tableaux in-folio qui n'ont pu être reproduits dans les *Annales*.

En 1865 et en 1866, M. le professeur Caspary a étudié le même phénomène à Königsberg avec un grand soin et sur plusieurs espèces d'arbres. Cet illustre savant attribuait l'abaissement et le relèvement des branches, comme M. Rogers, à l'action du froid, sans donner d'explication sur ce fait (1).

Dans l'année 1867 parut à Bâle un petit mémoire de M. Beyer. Il y était question des branches de Sapin séchées naturellement et dépourvues d'écorce, qu'on emploie généralement en Suisse, en les humectant, comme de véritables hygromètres et même assez sensibles.

J'ai observé souvent des branches sèches recouvertes d'écorce, attachées à l'arbre (*Pinus Strobus*), aussi bien que séparées, et je me suis assuré qu'elles jouaient beaucoup moins que les branches fraîches. Je les ai employées, celles du Tilleul principalement, non comme hygromètres, mais comme thermomètres. En fixant horizontalement par sa base une branche droite et en traçant vers son extrémité, sur une planche verticale, un arc divisé en degrés, j'ai pu observer de loin l'intensité du froid, indiqué par le sommet de la branche plus ou moins incliné. Je n'ai pas d'ailleurs l'intention de réfuter ici l'assertion de M. Beyer. Il est évident que le bois, comme substance hygroscopique, est sujet à l'influence de l'humidité atmosphérique. Je ferai remarquer seulement que M. Beyer parlait du bois sec et dépourvu d'écorce, tandis que j'ai expérimenté avec le bois frais et recouvert d'écorce.

Je me suis assuré, par une longue série d'observations faites en 1864 et 1865, que la position excentrique de la moelle influait sur le phénomène. On sait, par la remarque de feu

---

(1) *Ueber die Veränderungen der Richtung der Aste holziger Gewächse bewirkt durch niedrige Wärmegrade* (extrait du *Report of the international Exhibition and Botanical Congress*, London, 1866).

Schimper, de Manheim (1), que le canal médullaire est loin de se trouver toujours exactement au centre de la branche. Dans quelques espèces il est placé constamment au-dessus du centre géométrique, comme dans les Conifères ; dans une foule d'autres espèces il est placé au-dessous, etc. Or, pour prouver que cette position excentrique exerce une influence prédominante dans l'abaissement des branches par le froid, j'ai fixé la base de plusieurs branches de Tilleul, de Bouleau, d'Orme et autres, dans la position naturelle, c'est-à-dire le canal médullaire se trouvant plus près de la terre. D'autres branches de même espèce, de dimensions très-approximativement les mêmes, étaient renversées, le canal médullaire se trouvant au-dessus du centre géométrique. L'expérience était préparée pendant le dégel. Les branches se trouvaient droites et leurs sommets sur 0 degré au milieu de l'arc ; mais par le froid survenu, les branches se sont courbées en sens opposé. Ceci prouverait que c'est la position de la moelle qui détermine leur direction. D'où vient cependant que les branches de Pin, tout en ayant une position inverse de la moelle, s'inclinent par le froid dans le même sens pourtant que le Tilleul, tandis qu'elles devraient se relever ?

Cette circonstance m'a engagé à entreprendre en 1865-1867 une étude des propriétés du bois frais dans différentes parties des branches, au-dessus et au-dessous de la moelle et à différentes époques de l'année. Il me semblait que l'humidité, répartie inégalement plus haut ou plus bas du canal médullaire, pouvait produire et expliquer le phénomène de l'abaissement et du relèvement.

J'ai choisi pour cela quelques espèces qui se trouvaient dans différentes parties du parc de l'Académie agricole et forestière de Pierre le Grand, près de Moscou, en exemplaires de grandes dimensions, dont quatre Conifères, savoir : le Pin ordinaire, le Sapin, le Mélèze et le Pin du Lord ; de même que le Bouleau, le Chêne, l'Érable et l'Ormeau.

Quelques résultats de ces recherches, que j'ai l'intention de publier séparément,pourront trouver utilement leur place dans ce mémoire. Ainsi : 1° A commencer de la base de chaque branche, l'eau augmente successivement vers son sommet. 2° L'écorce du Mélèze, à toutes les époques de l'année, est plus humide que le bois. 3° Dans les Conifères, le bois de la partie supérieure de la branche qui se trouve au-dessus du canal médullaire est toujours plus chargé d'eau que la partie inférieure. 4° Dans plusieurs autres arbres c'est la partie inférieure qui est plus aqueuse, comme dans le Bouleau.

---

(1) *Amtlicher Bericht über die* 31. *Versammlung deutscher Naturforscher und Arzte in Göttingen*, 1854. Göttingen, 1860, p. 87.

Il paraît donc que le bois des Conifères et celui des autres arbres dicotylédonés possèdent des propriétés opposées sous le rapport de l'humidité. De là il y a certainement loin à une explication suffisante du phénomène de l'abaissement des branches par le froid, mais au moins voit-on clairement que c'est dans cette direction qu'il faut chercher la vérité.

Pour obtenir des résultats concluants, j'ai opéré sur un seul arbre de chaque espèce portant assez de branches pour pouvoir les couper tous les mois une à une pendant toute une année. Mais comme les branches devaient être prises à des hauteurs différentes, je doutais que la quantité d'eau fût partout la même. Il fallut donc entreprendre une nouvelle série de recherches pour pouvoir faire des corrections convenables.

C'est justement cette série d'observations qui fait le sujet de ma présente communication. C'est dans la suite, quand je serai parvenu à rassembler assez de faits pour un mémoire général sur la distribution de l'eau dans les plantes, que je me propose d'exposer la littérature de cette matière. Pour le moment je n'expose que mes propres observations.

Voici comment j'ai opéré. J'ai choisi dans le parc de l'Académie trois groupes d'arbres qui contenaient un assez grand nombre de sujets de la même espèce, à peu près du même âge et des mêmes dimensions. Ils provenaient du semis naturel dans le temps que le parc était complétement délaissé. Le groupe le plus éloigné était composé de Pins et se trouvait, en hiver, à dix minutes de chemin de mon habitation. Le groupe intermédiaire, qui était le plus grand, contenait des Bouleaux, des Trembles et quelques autres plantes. Enfin les Érables végétaient tout près, dans mon jardin particulier, au milieu de grands Érables, leurs progéniteurs. Les arbres étaient âgés de onze à trente-six ans, mais les sujets de la même espèce ne différaient en âge que de quatre à douze ans. Leur hauteur était de 4 à 9 mètres, sur un diamètre de 4 à 10 centimètres près du sol.

Les observations ont duré toute une année, depuis le mois de mars de l'année 1868 jusqu'à celui de l'année 1869. Chaque mois et au jour indiqué, aussi régulièrement que le permettaient mes occupations principales, je coupais avec une scie un arbre de chaque espèce. Pour la coupe je choisissais toujours un temps sec; à cause de cela j'étais obligé de la remettre quelquefois pour plusieurs heures et même pour plusieurs jours. Je coupais l'arbre à fleur de terre ou à une hauteur qui ne dépassait pas 60 centimètres (quand la neige entourant la base de l'arbre entrait dans les fissures de l'écorce et empêchait de la bien essuyer, ou quand quelques autres circonstances ne permettaient pas de couper plus bas). Lorsque l'arbre abattu était transporté dans la chambre et divisé en cinq parties presque égales, on détachait d'abord de sa base une pièce de la longueur de 5 centimètres environ. Cette opération se faisait au froid, et en été du moins dans un endroit frais, pour éviter autant que possible la perte de l'eau pendant la préparation et les pesées. Les surfaces inférieure et supérieure de la pièce étant très-vite égalisées par un instrument tranchant, on la pesait dans un verre couvert. Ensuite on détachait l'écorce et l'on pesait le bois seul. La même chose se répétait successivement avec les quatre autres pièces.

Elles étaient toutes conservées dans un endroit sec dans des capsules de papier. La dessiccation définitive se faisait à 120 degrés (1).

Je n'avais pas suffisamment de temps pour suivre constamment et assez en détail tous les phénomènes aériens qui peuvent influer sur la quantité d'eau dans les plantes. L'observatoire météorologique projeté de l'Académie ne fonctionnait pas encore. J'ai donc dû me contenter de quelques remarques, par exemple sur la température de l'air au moment de la coupe de chaque arbre, etc., que je place ici telles que je les ai notées dans mon journal. Je me propose dans la suite de faire une étude spéciale de l'influence des phénomènes météorologiques sur le contenu de l'eau dans les plantes; cependant, maintenant, pour donner une idée sur la marche du temps dans mes recherches, j'ai consulté les tables des observations météorologiques qui se publient dans les *Annales de l'Observatoire physique central de Russie*, et qui se font entre autres à Moscou, à l'Institut des arpenteurs, à la distance en ligne droite d'environ 10 kilomètres au sud-ouest de l'Académie.

---

(1) Les résultats de toutes ces opérations sont consignés dans quatre tableaux in-folio.

Il suffit, je crois, de reproduire ici la température, l'humidité relative, et surtout la quantité de pluie par mois, pour donner une idée approximative des météores de cette année, qui influent le plus sur la végétation.

Mois.	Température.	Humidité relative.	Pluie et neige.
	o	Pour 100.	mm
Janvier 1868....	— 11,88	0,96	20,4
Février.........	— 12,19	0,96	26,1
Mars...........	— 4,36	0,86	12,1
Avril...........	+ 2,40	0,74	22,0
Mai............	+ 11,63	0,64	36,1
Juin...........	+ 15,06	0,67	22,2
Juillet..........	+ 19,09	0,70	36,3
Août...........	+ 18,00	0,71	15,2
Septembre......	+ 11,58	0,77	67,6
Octobre........	+ 7,64	0,80	13,3
Novembre......	— 3,89	0,92	30,7
Décembre......	— 4,89	0,93	47,2
Janvier 1869....	— 12,71	0,98	24,2
Février.........	— 3,36	0,94	38,4

En examinant ces trois colonnes, on s'assure que l'année 1868 était une année assez exceptionnelle; sous le rapport de la température elle était moyenne. Il n'y avait que cinq jours de grand froid, de — 26 à — 39 degrés centigrades, qui durait le matin. Il n'y avait pas de chaleurs du tout. Le maximum de + 24 degrés ne s'est montré qu'un jour, le 20 juillet, et la moyenne de + 19 degrés se prolongeait une semaine.

L'air était saturé au mois de janvier et de février seulement pendant douze et quatorze jours; au mois de novembre et de décembre pendant huit et deux jours. Au mois de d'avril, mai, juin et juillet, il y avait vingt-deux jours où l'humidité relative descendait de 50 à 60 pour 100. C'était une année très-sèche. Il est tombé un tiers de l'eau en comparaison des années précédente et suivante. Au mois d'avril il y avait seulement quatre jours de pluie ou de neige; au mois d'août et d'octobre, cinq jours. En comparant les moyennes des trois années subséquentes, on jugera mieux du caractère de l'année 1868 :

	°	Pour 100.	mm
1867.........	+ 2,56	0,83	699,08
1868.........	+ 4,04	0,80	249,50
1869.........	+ 5,78	0,83	647,45

Je n'ai pas comparé les jours de pluie avec mes jours d'observations, parce que l'eau tombait chaque fois en si petite quantité que je n'espérais pas pouvoir remarquer son influence sur les arbres. Une forte pluie tomba le 27 juillet, de 18$^{\text{mm}}$,4. Les deux autres le 15 septembre et le 10 octobre, de 21$^{\text{mm}}$,1 et de 20 millimètres; pendant la plupart des autres jours il tombait moins de 0$^{\text{mm}}$,25 d'eau.

Ce qui se fait remarquer en premier lieu quand on compare entre eux les hauteurs de chaque arbre, bois et écorce ensemble, c'est que la quantité d'eau augmente en général de la base de l'arbre à son sommet. Cependant il est assez rare que cette augmentation paraisse dans toute sa régularité. On la voit, par exemple; dans le Pin (*Pinus silvestris*, le 3 août 1868, le 21 janvier 1869), dans l'Érable (*Acer platanoides*, le 5 août, le 10 octobre), dans le Bouleau (*Betula alba*, le 20 décembre, le 16 janvier 1869), dans le Tremble (*Populus tremula*, le 26 octobre, le 25 novembre). Mais l'évidence de ce fait est souvent troublée par certaines anomalies, que je dois mentionner spécialement. D'abord on trouve quelquefois que deux, trois et même tous les numéros qui se suivent ont presque la même valeur (*Pinus silvestris*, le 13 juillet, 1, 2; *Betula* *alba*, le 12 juillet, 3, 4; *Populus tremula*, le 11 juin, 2, 3, 4, 5; le 12 septembre, 3, 4) : ce qui prouve que l'augmentation ne se fait pas toujours avec la même conséquence; tantôt elle se ralentit, tantôt elle s'accélère. Quand on remarque des cas où la différence ne dépasse pas les dixièmes ou les centièmes de pour 100 (*Pinus silvestris*, le 9 juin, 2, 3; le 26 novembre, 2, 3; *Acer platanoides*, le 22 mars, 2, 3, 3; *Betula alba*, le 12 juillet, 3, 4; le 24 novembre, 2, 3; le 15 février, 3, 4; le 12 septembre, 3, 4), on est tenté de croire que ce sont des erreurs d'observations et que les deux ou trois nombres sont égaux. D'autres fois, quand les différences sont de 1 ou de plusieurs pour 100 (*Populus tremula*, le 22 décembre, 2, 3), on est obligé de les considérer comme réels, et l'on doit en chercher la solution dans les circonstances extérieures, qui influent sur le mouvement des liquides dans les plantes, ou bien encore dans des circonstances inconnues. On remarque même quelquefois, suivant la hauteur de l'arbre, une certaine intermittence que, alternativement ou non, une augmentation d'eau vers la cime (*Acer platanoides*, le 17 juillet, le 14 février 1869). Celle-ci est le plus souvent de quelques pour 100 moins humide qui indique les numéros précédents (*Pinus silvestris*, le 10 mai, 1; le 10 octobre, le 27 novembre, le 18 février 1869; *Acer platanoides*, le 19 avril; *Betula alba*, le 11 octobre; *Populus tremula*, le 18 avril, le 12 mai, le 19 janvier 1869). Quelquefois cette diminution de l'humidité s'observe sur le *Pinus silvestris* et le *Populus tremula* vers le sommet.

On pourrait croire que cette circonstance provient de l'évaporation de l'eau que perdent les petites branches pendant la préparation et les pesées, qui duraient à peu près deux heures. Il m'est arrivé une ou deux fois de remarquer que les feuilles et mêmes les branches commençaient à se faner vers la fin de l'opération. Mais comment expliquer que l'eau du bois diminuait, tandis que l'écorce qui le recouvre et qui devrait se dessécher la première, continuait à augmenter d'humidité? Je pense donc que cette diminution de la quantité d'eau vers la cime peut provenir de la consommation des feuilles.

Quand on compare l'écorce et le bois, on trouve exactement les mêmes variations que je viens de décrire plus haut dans la totalité de l'arbre, seulement la marche des changements ne s'accorde pas souvent dans les deux organes. Tandis que dans l'écorce l'humidité augmente vers la cime, c'est au contraire le bois qui est plus sec (*Pinus silvestris*, le 13 septembre, le 18 février 1869). L'inverse a également lieu (*Pinus silvestris*, le 10 octobre). Dans l'Érable cette discordance est encore plus grande. Le 13 juin, on voit l'eau augmenter dans l'écorce vers la cime, tandis que le bois offre un phénomène contraire. Le Bouleau présente des cas pareils (*Betula alba*, 9 mars, le 16 janvier); le Tremble aussi (*Populus tremula*, le 18 avril, le 25 novembre). Je n'ai remarqué qu'une seule fois que ce fait, la diminution de la quantité d'eau vers la cime, se soit exprimé dans la totalité de l'arbre (*Populus tremula*, le 16 février). Ces discordances s'effacent un peu, il est vrai; mais comme le bois a plus de poids que l'écorce, son influence prédomine presque toujours.

Pour comparer la marche de l'humidité suivant les saisons, il est plus commode d'examiner chaque arbre séparément.

I. — Pinus silvestris L.

L'humidité dans le Pin est plus régulièrement distribuée et la plus constante des quatre espèces. On peut s'en convaincre par les moyennes de chaque mois de la table suivante, où les fractions sont omises.

	Eau p. 100.		
Mois.	Bois.	Écorce.	Totaux.
Mars 1868	63	53	62
Avril	61	44	58
Mai	61	50	60
Juin	54	47	53
Juillet	61	54	61
Août	58	47	56
Septembre	64	45	61
Octobre	65	56	63
Novembre	63	48	60
Décembre	59	54	58
Janvier 1869	63	59	63
Février	60	52	59
	61	50	59

Entre le maximum, 63, et le minimum, 53, il y a en tout 10 pour 100; mais entre les nombres intermédiaires il y a si peu de différence, ils sont répartis si irrégulièrement, qu'on voit à peine que pendant le printemps et l'été l'humidité de l'arbre est moindre qu'en automne et en hiver. On est pourtant frappé qu'aux mois où la végétation est en pleine vigueur, on trouve dans le Pin moins d'eau que dans les autres saisons. Le bois en contient un peu davantage et presque aux mêmes époques. Le maximum en septembre, 64, le minimum au mois de juin, 54 pour 100. Il faut donc ranger le Pin parmi les arbres à bois très-humide, et plus humide en automne et en hiver qu'au printemps et en été. Ce fait a été déjà remarqué par M. Hartig (1).

L'écorce du Pin est en toutes saisons plus sèche que le bois de 11 pour 100. Son humidité n'est pas en rapport avec celle du bois. Elle est plus sèche en avril, 44, et plus humide en janvier, 59, et varie ainsi de 15 pour 100. Au mois de septembre elle est presque à son minimum, quand le bois est au maximum. Au mois de janvier, c'est l'inverse qui a lieu. On aurait pu croire que la sécheresse de l'écorce serait le cas le plus naturel, puisqu'elle recouvre le bois, et ayant plus de surface, elle est plus exposée que celui-ci à l'évaporation; mais il n'en est pas toujours ainsi, comme nous allons le voir.

Bien que la méthode que j'ai suivie pour la détermination de l'eau dans les arbres ait été différente de celle de M. Hartig, j'ai obtenu quelques résultats semblables. Le bois du Pin est plus aqueux que les autres; son humidité est répartie assez uniformément pendant toute l'année. En hiver pourtant il contient plus d'eau qu'au printemps.

II. — ACER PLANTANOIDES L.

Sous quelques rapports l'Érable est l'opposé du Pin, comme on le voit par le tableau qui suit :

---

(1) *Ueber die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen.* (*Bot. Zeit. von Mohl und Schlechtendahl*, 1858, n° 44, p. 3).

Mois.	Bois.	Écorce.	Totaux.
Mars 1869	43	46	43
Avril	46	47	47
Mai	46	50	47
Juin	46	49	46
Juillet	41	62	44
Août	40	52	42
Septembre	37	49 (1)	38 (2)
Octobre	37	47	38
Novembre	39	47	40
Décembre	37	46	39
Janvier 1869	37	46	38
Février	38	46	39
	41	49	42

C'est donc un arbre très-sec. Bien que son humidité ne varie que de 9, de 47 à 38 pour 100, elle est répartie régulièrement et partage l'année en deux moitiés : pendant l'une, de mars en août, l'arbre contient en somme 45 pour 100 d'eau ; pendant l'autre, de septembre jusqu'en février, 39. Le bois suit exactement la même marche : pendant six mois, — moitié humide, maximum 46 ; pendant six mois, — moitié sèche, minimum 37 pour 100.

L'écorce est toujours plus humide que le bois, ayant 8 d'eau de plus. Elle a un minimum de 46 pour 100, qui correspond presque au minimum du bois, et un maximum de 62, qui au mois de juillet se trouve avec le bois de moyenne humidité. La plus grande humidité ne dure que quatre mois, de mai en septembre. Durant cette période elle varie de 13. Les autres huit mois elle conserve à peu près la même quantité d'eau, ne variant que de 3 pour 100.

---

(1) *Loc. cit.*

(2) Quoiqu'un accident fâcheux m'ait privé des trois numéros de l'écorce de ce mois, et que les moyennes exactes de l'écorce et des totaux n'aient pu être obtenues, cependant on remarquera facilement, en examinant les tableaux, que les moyennes de l'humidité de chaque mois, bois et écorce, aussi bien que l'arbre entier, coïncident très-approximativement avec le n° 4, ou varient plus rarement entre le n° 3 et le n° 5. M. Hartig, dans son ouvrage (*loc. cit.*), a donc justement choisi la hauteur de 4 pieds pour déterminer la quantité d'eau contenue dans tout l'arbre, hauteur qui correspond à peu près à mon n° 4.

III. — BETULA ALBA L.

Cet arbre, par son humidité moyenne de 48 pour 100, doit être placé entre les deux précédents. Mais il se distingue par une différence énorme de 30 pour 100 entre le maximum, 72, et le minimum, 42, d'humidité.

Mois.	Bois.	Écorce.	Totaux.
Mars 1868	48	39	46
Avril	52	42	50
Mai	58	45	56
Juin	74	52	72
Juillet	42	42	42
Août	42	49 +	44
Septembre	41	»	»
Octobre	44	43	44
Novembre	46	41	45
Décembre	42	43 +	42
Janvier 1869	44	46 +	44
Février	55	42	44
	48	44	48

Pendant sept à huit mois, depuis la fin de l'été jusqu'au printemps, l'humidité moyenne du Bouleau est assez constante elle est à peu près de 44 et varie seulement de 1 à 3 pour 100; mais au mois de mars il survient une époque d'effervescence. C'est surtout au mois de juin que l'humidité est la plus grande, 72. Le bois suit la même marche, il est plus humide de 1 ou 2 pour 100 que l'arbre entier. Je regrette de n'avoir pas eu le temps d'examiner le Bouleau à l'époque de la plus forte ascension des sucs, qui doit avoir eu lieu quelques jours auparavant. On s'en assure en comparant les différentes hauteurs de l'arbre au mois de juin. On trouve à son milieu, 7 juin, A, 3 jusqu'à 82 pour 100 d'eau, qui diminue vers le bas et vers le haut.

L'écorce est en général plus sèche que le bois, au mois de juin la différence est même de 22; mais aux mois d'août, de décembre et de janvier elle est plus humide de 1 à 7 pour 100. On doit s'attendre à une transition où l'écorce et le bois ont le même degré d'humidité, et en effet le mois de juillet présente ce fait; on peut présumer que ce n'est pas chaque année qu'il en est toujours ainsi, ou qu'à d'autres mois l'écorce peut être plus humide que le bois. Il faut rappeler ici que ces manques de concordance entre ces deux parties ne sont pas rares suivant la hauteur de l'arbre.

IV. — Populus tremula L.

Le Tremble appartient à la même catégorie que le Bouleau, bien qu'il s'en distingue nettement par quelques propriétés opposées.

Mois.	Bois.	Écorce.	Totaux.
Mars 1868	58	54	57
Avril	54	51	54
Mai	57	51	56
Juin	46	55 +	48
Juillet	47	55 +	49
Août	46	58 +	49
Septembre	47	54 +	49
Octobre	53	50	52
Novembre	55	49	53
Décembre	54	50	53
Janvier 1869	49	46	49
Février	56 (1)	48	55 (1)
	52	52	52

Bien que la différence de l'arbre à l'état le plus humide, mars, 59, et à l'état le plus sec, juin, 48, ne soit que de 9 pour 100, les mois se groupent clairement en deux parties inégales : pendant les huit mois du printemps, de l'automne et de l'hiver, le Tremble est plus humide que pendant les quatre mois de l'été et du commencement de l'automne. Bien que les totaux de l'humidité du bois et de l'écorce soient semblables, ce fait est probablement accidentel. Le bois est un peu plus humide que dans les totaux pendant les huit mois et un peu plus sec pendant les quatre autres. Dans l'écorce le phénomène est inverse. J'ai noté par le signe + les mois où l'écorce est plus humide de 54 à 58 pour 100, afin de faire mieux ressortir cette époque ; elle coïncide exactement avec celle où le bois est le plus sec.

On m'excusera, je l'espère, de mon intention de vouloir introduire dans la science quelques expressions qui désignent le phénomène assez curieux — les relations de l'humidité du bois et de l'écorce. Je désigne par *hygroxylés* (ὑγρόξυλος), ou mieux par *xérophlœés* (ξηρόφλοιός), les arbres dont le bois est très-humide, et pendant toute l'année plus humide que l'écorce, comme le Pin; par *xéroxylés* (ξηρόξυλος) ou *hygrophlœés* (ὑγρόφλοιος), les arbres à bois sec, et pendant toute l'année plus sec que l'écorce, comme dans l'Érable. L'humidité du bois et la sécheresse de l'écorce sont deux faits qui vont ordinairement de pair et peuvent être exprimés par le même mot, et réciproquement. Cependant le Mélèze a le bois très-humide et l'écorce plus humide encore; c'est pourquoi j'aurais préféré l'expression d'*hygroxylé*, qui, en désignant l'humidité de l'écorce, ne rappelle pas la sécheresse du bois. La troisième catégorie, les *amœbæoxylés* (ἀμοιβαιόξυλος), contient les arbres, comme le Bouleau et le Tremble, dont le bois, pendant une partie de l'année est plus humide, et pendant une autre plus sec que l'écorce. On trouvera peut-être prématuré de vouloir former des catégories, quand on n'a à classer dans chacune d'elles qu'une ou deux espèces de plantes, catégories qui peuvent même varier d'une année à l'autre; mais ce ne sont pas moins des faits distincts, et j'espère avoir bientôt à prouver que les recherches ultérieures montreront que tous les arbres pourront être classés dans l'une des divisions précédemment nommées et même dans quelques autres qui ne sont pas encore suffisamment constatées. Du reste, les expressions que je propose se rapportent aussi bien aux catégories constantes qu'aux faits isolés. Un arbre peut changer son humidité très-souvent et irrégulièrement, il n'en sera pas pour cela moins hygrophlœé ou xérophlœé, selon que son écorce sera plus ou moins humide que son bois.

---

(1) Je prends encore une fois le n° 4 pour moyenne de l'arbre, bois et totaux, n'ayant pas le n° 5 pour former la moyenne exacte.

Il paraît pourtant que ces caractères sont propres aux espèces. J'en ai examiné quatre, douze exemplaires de chacune. Le Pin et l'Érable restaient fidèlement attachés aux catégories de xérophlœés et hygrophlœés. Quant à celle d'amœbæoxylés, le Bouleau, par exemple, et beaucoup d'autres arbres étaient depuis longtemps connus comme ayant le bois plus humide au printemps que dans les autres saisons.

RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA STRUCTURE DU BOIS

Par M. Julien VESQUE.

I. — C'est à propos du mémoire qui précède de M. Geleznow sur la quantité et la répartition de l'eau dans la tige des plantes ligneuses que je me suis décidé à réunir dans une courte note quelques observations anatomiques et physiologiques, en y rattachant des considérations théoriques sur le mouvement de l'eau dans le bois des végétaux dicotylédonés.

M. Sachs cite, dans sa *Physiologie végétale* (1), quatre causes qui agissent sur l'ascension de la séve dans les corps ligneux, savoir :

1° La poussée produite par les racines;
2° La capillarité des cavités du bois;
3° L'imbibition des membranes cellulaires;
4° Les oscillations de la température.

Les plus importantes sont, sans contredit, la poussée des racines et l'imbibition des membranes cellulaires. Les changements de température agissent en dilatant l'air contenu dans les vaisseaux; leur influence doit être assez restreinte, cependant elle se fait sentir quelquefois dans les expériences de courte durée.

Le 19 février 1876, j'ai étudié l'absorption de l'eau sur un pied de *Veronica spectabilis* intact, qui provenait d'une bouture faite dans l'eau; la tige de la plante était soigneusement mastiquée dans le goulot d'un flacon qui communiquait, d'autre part, avec un tube thermométrique gradué de telle manière que l'espace compris entre deux divisions contenait 1 milligramme d'eau. Une troisième tubulure placée à la partie supérieure de ce flacon pouvait se fermer à l'aide d'un robinet de verre, et permettait de produire un courant d'eau dans tout l'appareil. Le flacon était entouré de glace fondante pour maintenir l'eau à 0 degré. Au moment où l'on fermait le robinet, on voyait l'air pénétrer dans le tube capillaire, le ménisque se déplacer plus ou moins vite, et l'on comptait le nombre de secondes qui correspondait à l'absorption de 5 milligrammes d'eau.

---

(1) Traduction française, p. 234.

Après avoir noté l'absorption à la température ordinaire de la salle, j'ai chauffé l'atmosphère des feuilles, et j'ai obtenu de cette manière les chiffres suivants :

TEMPÉRATURE de l'air.	NOMBRE de secondes pour absorber 5 milligrammes.	MOYENNE.
18 degrés centigr.	42, 43, 42, 38, 37, 35, 33, 33, 34, 30, 39, 38, 35, 34, 32, 31...	36 secondes.
33 degrés.......	Mouvement presque imperceptible.	
35 degrés.......	127....................	127 id.
33 degrés.......	108....................	108 id.
32 degrés.......	100....................	100 id.
31 degrés.......	78....................	78 id.
31 degrés.......	74....................	74 id.
30 degrés.......	65....................	65 id.

L'élévation de température a donc produit ici un effet tout opposé à celui qu'on devait prévoir. Après cette série d'expériences j'ai abandonné la plante à elle-même pendant dix minutes environ, et j'ai observé ensuite la marche normale de l'absorption qui augmentait avec la température.

Je ne saurais attribuer cette irrégularité qu'à la dilatation de l'air contenu dans les vaisseaux de la plante. Il faut dire qu'en temps ordinaire les racines de la Véronique ne plongeaient pas toujours dans l'eau, mais que l'appareil était disposé de manière à permettre de la laisser écouler en faisant entrer l'air par le robinet supérieur ; par cet artifice je cherchais à imiter des alternatives d'humidité et de sécheresse, et les vaisseaux pouvaient se remplir partiellement de gaz. A part son intérêt direct, cette expérience nous apprend avec quelle circonspection il faudra choisir les sujets d'expériences de courte durée. Il faut, à mon avis, que les plantes destinées à ces sortes de recherches n'aient pas manqué d'eau depuis longtemps.

II. — La capillarité des vaisseaux, jointe à la force d'imbibition des parois, donne probablement lieu à des phénomènes très-compliqués. On sait que les vaisseaux renferment le plus souvent des chapelets d'air et d'eau. Chacun des petits index d'eau diminue constamment par suite de la transpiration ; les parois mêmes des vaisseaux absorbent le liquide pour le transmettre de proche en proche jusqu'aux parties superficielles de la plante. Les gaz n'arrivent pas nécessairement en quantité suffisante pour remplacer l'eau ; il est évident, dans ce cas, que l'absorption par les racines augmente momentanément.

Souvent on observe, surtout quand on opère sur des rameaux coupés, des accélérations d'absorption qui durent une ou deux minutes, et qui sont probablement en rapport avec ces ruptures de l'équilibre dans les vaisseaux.

Voici, par exemple, la marche de l'absorption d'eau par la section d'un rameau coupé de Clématite.

TEMPÉRATURE de l'air.	NOMBRE de secondes pour absorber un milligramme d'eau.
17°,8	107, 110.
18°	103, 100, 103.
18°,2	97, 92, 93, 85.
18°,6	93, **77**, 85, 85.
19°	85, 85, 80, 75.
19°,2	80, 75, 75, **67**, 81, 72, 65, 70, 67.
19°,5	75, **65**, 70, **62**, 67, 66, 65, 70, 65.

La température de l'air augmentait régulièrement, et malgré cela il s'est présenté dans les temps d'absorption quelques chiffres qui diffèrent beaucoup de leurs voisins ; je les fais ressortir en caractères gras dans le tableau ci-dessus, et j'attribue ces accélérations momentanées à de petites ruptures d'équilibre dans les vaisseaux capillaires.

III. — Il résulte de tout ceci qu'il y a un visible mouvement ascensionnel dans les vaisseaux.

Lorsque l'évaporation est faible et que la plante trouve, dans le sol, de l'eau à discrétion, les vaisseaux en sont remplis, les parois cellulaires sont fortement imbibées ; en un mot, le bois est à son maximum d'humidité. Si l'eau vient à faire défaut autour des racines, il s'introduit peu à peu de l'air dans les vaisseaux sous forme de bulles qui divisent la colonne d'eau ; ces bulles se confondent, et finalement tout le vaisseau est rempli d'air. La quantité d'eau évaporée est généralement une faible partie de celle que contient la plante.

L'examen anatomique prouve que le système vasculaire possède lui-même une structure telle que l'eau qui peut s'en écouler n'est qu'une faible portion de celle qu'il peut contenir.

Admettons, pour un instant, que les vaisseaux soient complétement remplis d'eau, qu'ils soient cylindriques, rectilignes, que leurs parois soient lisses, que leurs éléments constitutifs ne soient pas séparés par des diaphragmes incomplétement percés : dans ce cas, la poussée des racines et la succion produite par l'évaporation et transmise aux vaisseaux par l'intermédiaire de l'imbibition des parois, peuvent être réunies en une seule force que je puis comparer à une pression. La quantité d'eau qui traversera un point pris à la base d'un vaisseau sera exprimée par la loi de Poiseuille sur l'écoulement des liquides à travers les tubes capillaires.

Q étant cette quantité, p la pression, d le diamètre du vaisseau, l sa longueur, et A un facteur constant si la température ne change pas, nous aurons :

$$Q = \frac{Apd^4}{l}. \tag{1}$$

La quantité d'eau écoulée sera proportionnelle à la somme de la poussée des racines et de la succion produite par l'évaporation, proportionnelle à la quatrième puissance du diamètre du vaisseau, et inversement proportionnelle à sa longueur.

Par suite d'une sorte d'économie à laquelle les naturalistes sont habitués depuis longtemps, les vaisseaux semblent avoir un diamètre tel qu'ils ne permettent que la circulation d'une quantité d'eau voisine de celle que la plante évapore dans le même temps et dans les circonstances ordinaires. Il découle de là une conséquence connue depuis longtemps, qu'une plante peut se faner quand la chaleur est excessive, quoiqu'elle soit abondamment arrosée. De même certains rameaux coupés sous l'eau se fanent irrévocablement si l'on ne remplace pas la poussée des racines par une poussée artificielle. La quantité d'eau prise par la section reste pendant longtemps constante, mais elle n'égale pas celle qui s'évapore, et la plante perd de son poids.

Un rameau de Topinambour a évaporé, pendant quatre heures successives, les quantités d'eau suivantes :

Première heure	13gr,5
Deuxième heure	12gr,5
Troisième heure	10gr,0
Quatrième heure	8gr,5

Il pesait, au commencement, 98 grammes, et après l'expérience il ne pesait plus que 82 grammes. Il avait donc perdu 16 grammes.

Un autre rameau, aussi semblable que possible, et pris dans les mêmes conditions, à la nuit tombante, a absorbé, pendant deux heures régulièrement, 17 centigrammes par minute, soit, 10gr,20 par heure.

IV. — Le rapport entre la quantité d'eau qui peut s'écouler à travers le corps ligneux à une pression donnée et la quantité d'eau que peuvent renfermer les cavités du bois oscille, pour la même espèce, dans des limites assez étroites et représente, pour ainsi dire, la réserve transpiratoire.

Plus ce rapport se rapproche de l'unité, moins la plante supportera la sécheresse ; ce sera une espèce hygrophile. Plus il sera petit, mieux la plante se passera d'eau ; elle sera xérophile.

Pour faciliter la discussion, je vais substituer d'autres quantités dans la formule de Poiseuille.

Soit s la section moyenne d'un vaisseau, nous aurons :

$$s = \frac{\pi d^2}{4}, \tag{2}$$

d'où

$$d^2 = \frac{4s}{\pi}, \quad \text{et } d^4 = \frac{16\,s^2}{\pi^2}.$$

Remplaçons maintenant dans la formule (1) d^4 par sa valeur, il viendra, pour la quantité d'eau écoulée par un vaisseau :

$$Q = \frac{16\,\mathrm{A}ps^2}{l\pi^2},$$

et pour n vaisseaux,

$$Qn = \frac{n\,16\,\mathrm{A}ps^2}{l\pi^2}. \tag{3}$$

Soit maintenant S la somme des sections de n vaisseaux :

$$\mathrm{S} = ns, \qquad s = \frac{\mathrm{S}}{n}.$$

Nous aurons, en substituant dans la formule (3) :

$$Q = \frac{16\,\mathrm{A}p\mathrm{S}^2}{\pi^2 ln}.$$

Si nous voulons écarter de la discussion tous les éléments autres que les vaisseaux, c'est-à-dire les fibres, le parenchyme ligneux et les rayons médullaires, qui sont tous des éléments clos dans les Dicotylédonés, nous pourrons calculer la quantité Q d'eau écoulée pour le cas particulier où S sera égal à l'unité ; alors nous arriverons enfin à la formule très-simple :

$$Q = \frac{16\,\mathrm{A}}{\pi^2} \times \frac{p}{ln}.$$

Le terme $\left(\frac{16\,\mathrm{A}}{\pi^2}\right)$ est une constante ; indiquons-le par la lettre K :

$$Q = \frac{\mathrm{K}p}{ln}.$$

Cette quantité Q est un maximum, et ne s'applique qu'au cas idéal de vaisseaux cylindriques, lisses, rectilignes et sans diaphragmes. Or, ces conditions ne se réalisent jamais dans la nature ; les vaisseaux sont souvent renflés au milieu de leurs éléments constitutifs ; aux extrémités de ces éléments sont placés des diaphragmes horizontaux ou obliques, percés d'un, de deux ou plusieurs trous, d'une série de boutonnières parallèles, etc. Les parois sont marquées de ponctuations de diverses configurations.

Dans la nature, ce rapport entre la quantité d'eau qui peut s'écouler à travers les vaisseaux et le volume de ces vaisseaux se trouve donc encore diminué, et ce qui sera vrai à ce point de vue pour le cas idéal, le sera *à fortiori* pour le cas qui se présentera dans la nature.

Je traduis donc la dernière équation ainsi modifiée en langage ordinaire :

La quantité d'eau qui s'écoule à travers un système de vaisseaux dont les sections couvrent exactement un millimètre carré est inférieure à une quantité proportionnelle à la poussée des racines augmentée de la succion produite par l'évaporation, inversement proportionnelle à la longueur de la tige, et inversement proportionnelle au nombre des vaisseaux qu'on peut dessiner dans un millimètre carré.

Si nous voulons maintenant construire des plantes aptes à résister pendant longtemps à la sécheresse, nous disposons de trois facteurs variables, et nous pouvons :

1° Diminuer p, c'est-à-dire la poussée des racines et l'évaporation ;

2° Augmenter l, la longueur de la plante ;

3° Augmenter le nombre des vaisseaux nécessaires pour représenter une somme de section égale à un millimètre carré.

Diminuer p, cela revient, à peu de chose près, à créer des plantes grasses, les Cactées : évaporation faible, système radiculaire peu développé. Cependant, dans ces plantes, le tissu fondamental, extrêmement développé, sert surtout de magasin d'eau.

L'augmentation de la longueur l conduit aux plantes sarmenteuses, grimpantes, aux lianes, qui ont des vaisseaux de grande section, mais très-longs.

Si nous augmentons le nombre des vaisseaux en diminuant la section de chacun d'eux, nous aurons des plantes basses très-xérophiles, comme les Éricacées.

A l'inspection de la structure anatomique de la tige, il serait donc possible de reconnaître immédiatement dans quelles conditions d'humidité et de sécheresse la plante végète, si l'on en connaissait l'évaporation absolue.

Quoique ce chiffre ne soit pas connu pour une seule espèce, il était intéressant de déterminer quelques-unes des valeurs absolues qui entrent dans ces calculs, surtout pour montrer combien ces chiffres varient et jusqu'à quel point ils sont d'accord avec les prévisions théoriques.

L'importance de ces chiffres augmentera encore si l'on parvient à démontrer la vérité de l'hypothèse que j'ai émise plus haut, savoir, que la quantité d'eau qui peut s'écouler en un temps donné à travers les vaisseaux n'est pas très-éloignée de celle que la plante évapore.

Pour les obtenir, j'ai gravé sur une ardoise l'image d'un millimètre carré dessiné à la chambre claire avec un objectif de Hartnack, n° 4. Le grossissement est de 105.

J'ai dessiné la coupe transversale sur ce carré divisé, et j'ai compté les vaisseaux ; enfin, un travail de patience m'a permis d'évaluer la somme des sections de ces vaisseaux avec une approximation assez grande pour que l'erreur ne dépasse pas la variabilité naturelle de la structure dans la même espèce.

Les résultats de ces observations sont réunis dans les tableaux ci-dessous.

La première colonne contient le nombre de vaisseaux par millimètre carré ; la deuxième, la somme des sections ; la troisième, la section moyenne de chaque vaisseau ; la quatrième, le nombre de vaisseaux qu'il faut pour former un centième de millimètre carré. Ce dernier chiffre est le plus important ; car, en supposant que l'eau qui peut s'écouler par les vaisseaux soit précisément celle qui s'évapore dans un temps égal, il donne immédiatement une idée de la *réserve transpiratoire*, car le rapport de l'eau qui s'écoule et de celle que les vaisseaux contiennent est

$$\frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{Q}'} = \frac{\mathrm{K}p}{l^2 n},$$

rapporté à l'unité de sommes de sections.

En supposant p invariable et égal à l'unité, et en rapportant toutes les valeurs à l'unité de longueur, ce rapport sera :

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{1}{n}.$$

Plus n sera grand, plus la réserve transpiratoire sera grande pour des plantes de même poussée, de même activité transpiratoire et de même taille.

Il serait facile de formuler des lois du même genre en prenant la longueur de la plante connue variable. Dans les tableaux il faudra évidemment tenir compte de la longueur, si l'on veut se faire une idée de la réserve transpiratoire des plantes de toutes tailles et surtout des plantes sarmenteuses. La réserve transpiratoire étant plus grande que $\frac{nl^2}{p}$, on voit qu'elle est au moins proportionnelle au carré de la longueur, et que dans les lianes, par exemple, la longueur de la tige supplée à la finesse des vaisseaux pour assurer à la plante une réserve d'eau quelquefois très-considérable.

NOM DE LA PLANTE.	VAISSEAUX par millimètre carré.	SOMME des sections des vaisseaux en centièmes de millimètre carré.	SECTION moyenne de chaque vaisseau en centièmes de millimètre carré.	NOMBRE des vaisseaux par centièmes de millimètre carré de sommes de sections.
Ruyschia Clusiæfolia	7,00	35,05	5,07	0,19
Autre exemplaire	6,00	38,00	6,33	0,16
Moyenne	6,05	36,07	5,64	0,17
Bignonia apurensis, échantillon moyen	10,00	25,00	2,50	0,40
Vitis Labrusca	18,00	26,00	»	»
Id.	16,00	23,00	»	»
Id.	24,00	29,00	»	»
Moyenne	19,00	26,00	1,36	0,73
Marcgravia umbellata, éch. moyen	21,00	24,00	1,14	0,87
Celastrus scandens, échantillon moyen	43,00	17,00	0,39	2,05
Il y a deux espèces de vaisseaux, de gros et de petits; comme ces derniers dépriment notablement la moyenne, j'ai fait de nouvelles mesures, en négligeant les vaisseaux de petit diamètre	11,00	13,00	1,18	0,84
Aristolochia Sipho, bois d'automne et de printemps réunis, avec 2 rayons médullaires	86,00	28,00	0,32	3,00
Id. avec un rayon médullaire	47,00	27,00	0,57	1,07
Moyenne	66,00	27,05	0,42	2,04
Section maxima des vaisseaux	»	»	5,00	»
Mesure en comptant seulement les vaisseaux dont la section dépasse un centième de millimètre carré.	14,00	26,00	1,08	0,53
Ægiphila Humboldtii, éch. moyen	25,00	19,00	0,76	1,03
Triplaris americana, moitié de la zone qui renferme le bois printanier	15,00	4,08	0,32	3,13
Moitié renfermant le bois automnal	11,00	4,05	0,41	2,44

NOM DE LA PLANTE	VAISSEAUX par millimètre carré.	SOMME des sections des vaisseaux en centièmes de millimètre carré.	SECTION moyenne de chaque vaisseau en centièmes de millimètre carré.	NOMBRE des vaisseaux par centièmes de millimètre carré de sommes de sections.
Swartzia pinnata, bois vasculaire	29,00 13,00	9,03 4,05	0,32 0,34	3,12 2,89
Alseis labatioides, échant. moyen	22,00	5,05	0,25	4,00
Casuarina torulosa, échant. moyen	61,00	20,00	0,33	3,05
Capparis muricata, échant. moyen	19,00	5,00	0,26	3,08
Xanthoxylon Pterota, bois printanier	120,00	24,00	0,02	5,00
Bois automnal	43,00	11,00	0,25	3,91
Quercus Robur. Dans mon échantillon, le bois printanier très-vasculaire occupe environ un tiers de la zone annuelle, bois printanier	12,00	28,05	2,37	0,42
Bois automnal	45,00	5,00	0,11	9,00
Moyenne vraie	34,00	12,08	0,38	2,65
Sambucus racemosa, échantillon moyen	124,00	30,05	0,24	4,06
Cornus alternifolia, échant. moyen	69,00	15,05	0,22	4,45
Salix fragilis, échantillon moyen	61,00	13,05	0,22	4,52
Salix triandra, bois printanier	70,00	34,00	0,48	2,06
Bois automnal	75,00	13,00	0,17	5,77
Salix aurita. Les vaisseaux sont accolés en grand nombre, surtout dans le bois d'automne; bois printanier	69,00	21,00	0,30	3,28
Portion qui renferme le bois automnal	133,00	23,05	0,177	5,66
Capparis lanceolata, bois printanier	61,00	13,00	0,21	4,69
Bois automnal	60,00	11,05	0,19	5,21

NOM DE LA PLANTE.	VAISSEAUX par millimètre carré.	SOMME des sections des vaisseaux en centièmes de millimètre carré.	SECTION moyenne de chaque vaisseau en centièmes de millimètre carré.	NOMBRE des vaisseaux par centièmes de millimètre carré de sommes de sections.
Acmena floribunda, bois printanier	93,00	15,05	0,17	6,00
Mimosa arborea, bois printanier, 1/3	8,00	22,07	2,83	0,35
Bois automnal, 2/3	17,00	2,08	0,16	6,07
Acer monspessulanum, bois printanier	84,00	13,00	0,16	6,05
Bois automnal	69,00	9,00	0,13	7,06
Betula populifolia portion comprenant le bois printanier	87,00	17,05	0,20	4,97
Moyenne du bois ordin	82,00	12,03	0,15	6,66
Autre échantillon	90,00	13,00	0,14	6,93
Carpinus americana, bois printanier	50,00	8,00	0,16	6,25
Bois automnal	32,00	4,00	0,12	8,00
Punica Granatum, échantillon moyen	64,00	9,00	0,14	7,11
Amelanchier vulgaris, toute la zone annuelle	78,07	10,00	0,12	7,08
Aria nivea, bois printanier	165,00	16,00	0,096	10,31
Bois automnal	85,00	11,00	0,13	7,72
Corylus tubulosa, bois printanier	111,00	19,00	0,17	5,84
Bois automnal	92,00	11,00	0,12	8,36
Spiræa argentea, échantillon moyen	33,00	3,09	0,12	8,46
Cratægus oxyacantha, éch. moyen	181,00	19,08	0,11	9,14
Betula davurica, portion renfermant le bois printanier	79,00	8,02	0,11	9,26
Portion moyenne	68,00	0,08	0,10	10,00
Eurybia argophylla, bois printanier	40,00	4,00	0,01	10,00
Bois automnal	29,00	2,00	0,07	14,50

NOM DE LA PLANTE.	VAISSEAUX par millimètre carré.	SOMME des sections des vaisseaux en centièmes de millimètre carré.	SECTION moyenne de chaque vaisseau en centièmes de millimètre carré.	NOMBRE des vaisseaux par centièmes de millimètre carré de sommes de sections.
Arbutus Andrachne, bois printanier	443,00	32,05	0,073	13,00
Bois automnal	264,00	24,00	0,09	11,00
Aria scandica, échantillon moyen	210,00	15,05	0,074	13,54
Cydonia vulgaris, échantillon moyen	230,00	16,00	0,07	14,37
Buxus sempervirens, toute la zone annuelle	254,00	17,00	0,07	15,00
Azalea nudiflora, bois printanier	300,00	17,00	0,057	17,06
Bois automnal	251,00	15,00	0,059	16,07

M. Geleznow a eu affaire, dans ses recherches, à un arbre dont la réserve transpiratoire est assez grande, le Bouleau. Il est évident qu'il devait trouver un grand écart entre le maximum et le minimum d'humidité du bois : cet écart est de 48 p. 100.

Quant à la différence entre l'humidité de l'écorce et celle du bois, il me semble qu'elle tient surtout à la variabilité de l'humidité, c'est-à-dire à la grandeur de la réserve transpiratoire du bois. Celle de l'écorce ne change pas beaucoup, non-seulement dans la même plante, mais même d'une plante à l'autre. M. Geleznow cherche à baser une différence biologique sur le rapport entre l'humidité de l'écorce et celle du bois. Il désigne sous le nom de *xérophlœés* les arbres dont le bois est toujours (?) plus humide que l'écorce. Ce sont ceux dont la réserve transpiratoire ne s'épuise pas. Il est curieux que l'arbre que M. Geleznow cite à ce propos soit une Conifère. La structure particulière du bois de ces arbres échappe naturellement à mon mode d'investigation, mais il est à présumer que la réserve transpiratoire est énorme dans ces plantes, et que l'eau ne se meut qu'avec une difficulté extrême dans le corps ligneux. Les *hygrophlœés* ont le bois plus sec que l'écorce ; ce sont des plantes dont la réserve transpiratoire ne dépasse pas une certaine limite (l'Érable, d'après M. Geleznow). La troisième catégorie, les *amœbœoxylés*, contient les arbres, comme le Bouleau et le Tremble, dont le bois pendant une partie de l'année est plus humide, et pendant une autre plus sec que l'écorce. Ce sont les arbres dont la réserve transpiratoire est très-grande et s'épuise à certaines époques.

Telle me paraît être la véritable signification des faits si patiemment étudiés par M. Geleznow. Il serait à désirer que des recherches semblables s'étendissent sur des plantes ligneuses extrêmes dans leur manière de vivre, les unes affectionnant les lieux humides, les autres supportant les plus fortes et les plus longues sécheresses. Les premières seront, pour me servir des expressions de M. Geleznow, *hygrophlœées* et *xérophlœées*, suivant la quantité d'eau qu'elles évaporent ; les autres seront *amœbœoxylées*.

SUR

UNE ROCHE D'ORIGINE VÉGÉTALE

Par MM. BUREAU et POISSON.

A son retour de l'île Saint-Paul, et pendant une de ses explorations botaniques dans les parties élevées de l'île de la Réunion, M. de l'Isle, voyageur naturaliste attaché à l'expédition pour le passage de Vénus, apprit par des gardes forestiers l'existence de deux cavernes dont le sol était combustible. Il se fit conduire à la moins éloignée, située dans la plaine des Palmistes, à la base du piton des Roches, à 1200 mètres d'altitude. C'est une grotte d'environ 10 mètres de profondeur sur 6 mètres de large. On y entre en rampant, par une ouverture très-étroite, et l'on descend sur le sol de la grotte par un talus rapide, formé de terres éboulées. Tout ce sol est formé, sur plus d'un mètre d'épaisseur, par une substance d'une teinte d'ocre jaune, douce au toucher, insipide, inodore, se divisant facilement en fragments très-légers, qui laissent eux-mêmes aux doigts une pulvérulence jaune, et se réduisent facilement en poussière par la pression ou le frottement. Lorsqu'on approche une allumette d'un des fragments, il brùle, s'il est très-sec, avec une flamme jaune très-courte, presque sans fumée et sans odeur. S'il est quelque peu humide, il se consume sans flamme, comme l'amadou, avec une fumée abondante et une odeur d'herbe brùlée.

Nous avons étudié au microscope cette substance intéressante, recueillie par M. de l'Isle, et nous l'avons trouvée entièrement composée de petits corps qui ne peuvent être autre chose que des spores ou des grains de pollen. Leur couleur est jaunâtre, leur forme ovale, et leur surface est couverte d'une réticulation saillante. Sur un des côtés, et dans le sens de la longueur, est un sillon ouvert dans la plupart des cas, et formant une fente presque aussi longue que le grain et par laquelle a dû s'échapper le contenu.

Il y a peu de plantes qui soient capables de fournir une assez grande abondance de pollen ou de spores pour former un dépôt semblable.

Les recherches, pour arriver à une détermination, nous ont paru ne pouvoir présenter aucune chance de succès en dehors d'un des quatre groupes suivants :

Les *Conifères*, dont le pollen forme parfois des nuages qui ont donné lieu à la fable des pluies de soufre.

Les *Cycadées*.

Les *Lycopodes*, dont notre voyageur a vu, à la Réunion même, les spores répandues dans l'air en quantité telle qu'elles occasionnaient une gêne de la respiration.

Enfin les *Fougères*, et particulièrement les Fougères arborescentes, dont les frondes remplissent parfois les feuilles de nos herbiers d'une couche épaisse de poussière jaune, formée de spores et de sporanges.

Nous avons successivement comparé les spores ou grains de pollen de la grotte de l'île de la Réunion avec les poussières fournies par les quatre groupes naturels dont nous venons de parler, et nous avons pu établir successivement que :

Ce n'est point du pollen de Conifères, car celui des Abiétinées, seule tribu des Conifères qui puisse en donner avec une telle abondance, porte sur le côté deux expansions vésiculeuses caractéristiques, et finit par se dépouiller complétement de sa membrane extérieure ou *exine*, qui se plisse et se contracte après s'être isolée. Rien de tout cela n'existe dans les grains dont nous cherchons la nature, et dans lesquels la membrane extérieure est parfaitement conservée ; du reste, il n'y a pas de Conifères dans l'île de la Réunion.

Ce n'est pas du pollen de Cycadées, car le pollen du genre *Cycas*, le seul qui existe dans l'île, bien que d'une forme assez analogue, est au moins d'un tiers plus petit, hyalin, et présente une exine tout à fait lisse. Le genre *Cycas* n'est, du reste, pas indigène à la Réunion : il y a été apporté du Japon ou des

Moluques, et on ne le trouve pas à plus de 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire qu'il s'arrête à 900 mètres au-dessous du point où se trouve située la grotte.

Ce ne sont pas des spores de Lycopodes, malgré leur abondance dans certains points de l'île, car les spores de Lycopodes ont une forme géométrique facile à reconnaître, celle d'un tétraèdre.

Nous sommes donc arrivés, par exclusion, à circonscrire nos recherches dans la classe des Fougères. Le sous-ordre de cette classe, auquel il était le plus probable que cette poussière devait appartenir, était celui des Cyathéacées, Fougères en arbre qui fournissent une quantité de spores beaucoup plus considérable que les espèces des autres groupes. Nous avons encore été obligés de renoncer à cette attribution, car les spores de toutes les Cyathéacées de la Réunion, que nous avons examinées, sont absolument lisses et transparentes ; elles affectent la forme d'un tétraèdre, dont un des angles serait plus saillant que les autres et la base presque cordiforme.

Au contraire, si l'on rapproche des spores formant le sol de la grotte celles d'espèces de Fougères du sous-ordre des Polypodiées, on est frappé de la ressemblance : la forme, la réticulation sont les mêmes, la couleur même est analogue ; enfin, en passant en revue les Polypodiées de la Réunion rapportées par M. G. de l'Isle, nous en avons trouvé une dont les spores nous ont fourni, avec celles qui font l'objet de nos recherches, une identité presque complète. C'est une espèce à très-grandes feuilles, qui est assez abondante à cette altitude, et que nous n'avons pu encore déterminer.

La cohésion de ces spores fossiles, ainsi que la fente qui existe dans la plupart d'entre elles et a laissé échapper le contenu, nous fait penser que cette accumulation s'est faite par l'eau et non par le vent. Quoi qu'il en soit, c'est la première fois sans doute que l'on voit une roche ou une couche du sol présenter une semblable composition.

La seconde grotte, située dans la plaine de Belouve, n'a encore été explorée par aucun naturaliste.

RECHERCHES CHIMICO-PHYSIOLOGIQUES

SUR

LA NUTRITION DE LA PLANTE

Par MM. V. KNOP (1) et H. DWORZAK.

Les solutions nourricières qu'employaient les deux auteurs avaient exactement la même composition, mais elles différaient par le degré de concentration. Celles de M. Knop étaient à 1 pour 1000; il y cultivait le Maïs et le Haricot. M. Dworzak avait disposé ses cultures en deux séries : Maïs et Haricot dans une solution à 2 pour 1000, et pour la deuxième série les mêmes plantes dans des liquides de concentration double. L'expérience a montré que la concentration la plus favorable au développement des végétaux varie entre 0,5 et 5 pour 1000.

Suivant la concentration, les plantes absorbent des quantités de sels très-variables; dans le liquide plus concentré elles en absorbent plus que dans le plus faible, et plus aussi qu'il ne leur en faut pour produire la substance organique.

Pour chacun des sels qui sont considérés comme des aliments, il existe une solution telle que la racine l'absorbe sans appauvrir ni concentrer le liquide restant. Ce titre est voisin de 1 pour 1000, mais il n'est pas absolument le même pour différents sels et différentes plantes; cette règle est valable non-seulement pour un seul sel dissous dans l'eau, mais aussi pour chacun des sels qui se trouvent dans une solution de composition complexe.

A des concentrations plus élevées, 1,5 ou 2 à 5 pour 1000, la plante absorbe un liquide plus dilué, et inversement, si l'on donne à la plante une solution plus faible, de 0,5 pour 1000, par exemple; elle absorbe relativement plus de sel que d'eau, de sorte que la solution extérieure s'appauvrit de plus en plus. Il est très-remarquable, en outre, que la plante absorbe des quantités absolues de sels plus fortes dans les liquides plus concentrés que dans les autres, et il n'est pas rare que cet excès absorbé soit proportionnel à la concentration.

---

(1) M. Knop a publié un travail étendu portant le titre de : *Mittheilungen des landwirthschaftlichen Instituts der Universitat*, Leipzig, 1875, 1^er^ cahier. M. Dworzak a fait connaître le sien à part (*Wien. überreutersche Buchdruckerei*, 1875). Ces deux publications sont le fruit de recherches qu'ils ont exécutées en commun. Le présent extrait est tiré du *Centralblatt für Agriculturchemie* de R. Biedermann, t. IV, 1875, p. 171.

Il résulte de tout ceci qu'on peut forcer, pour ainsi dire, l'absorption des sels par les racines.

M. Knop a déjà fait observer, dans des communications précédentes, que les végétaux dicotylédonés s'accommodent très-bien d'une solution étendue de 0,5 à 2 pour 1000, tandis que les monocotylédonés se développent mieux dans des liquides d'une concentration de 2 à 5 pour 1000.

On réussit sans difficulté à élever des plantes normalement et vigoureusement développées dans des solutions de composition appropriée; autre chose est d'interpréter les phénomènes que la plante offre dans le cours de sa végétation. Le poids de la récolte, la floraison, la fructification, dépendent à tel point des changements de température et d'insolation, qu'on ne peut être assez réservé dans les conclusions relatives à l'influence des liquides nourriciers. Ce n'est qu'après avoir vu se présenter les mêmes phénomènes pendant plusieurs années qu'on peut se prononcer avec quelque certitude sur les résultats *négatifs*, surtout si l'on a fait des essais comparatifs avec différentes solutions. Les résultats positifs s'interprètent sans difficulté et fournissent immédiatement de bonnes conclusions.

Les expériences d'une seule année ne donnent donc que peu de résultats certains, et M. Knop rattache ses expériences de 1874 à deux autres séries qu'il avait faites auparavant.

Quelques mots maintenant sur la composition quantitative et qualitative des liqueurs employées par MM. Knop et Dworzak.

Dans ses premiers essais, M. Knop avait planté un Maïs, d'abord dans une solution étendue, ensuite dans une solution plus concentrée, et enfin dans l'eau distillée. Cette plante a produit un épi avec 140 grains normalement développés; elle a évaporé 5,5 litres d'eau et elle a absorbé 4^{gr},1103 de sels minéraux, savoir : 1,0534 de chaux, 0,2189 de magnésie, 1,7454 de potasse, 0,5730 d'acide phosphorique, et 0,5196 d'acide sulfurique. L'acide azotique n'a pas été dosé. Un autre essai sur 12 Graminées, 3 pieds de Blé et autant de Seigle, d'Avoine et d'Orge, devait décider la question si l'on pourrait trouver une solution qui fût absorbée par la plante sans changement de concentration. Dans ce but, la solution a dû être changée très-souvent, de sorte qu'on ne peut pas donner en chiffres une composition quantitative et qualitative déterminée. L'expérience a plutôt montré qu'il n'existe pas de solution semblable, mais qu'on en approche beaucoup en donnant à la plante une petite quantité de phosphate de fer, quatre parties en poids d'azotate de chaux, une partie d'azotate de potasse, une partie de sulfate de magnésie et une partie de phosphate acide de potasse (les deux derniers anhydres). C'est cette solution qui a été employée le plus souvent par MM. Knop et Dworzak. La solution A renfermait quatre parties d'azotate de chaux, deux d'azotate de potasse, une de sulfate de magnésie et une de phosphate de potasse. Pour une partie des plantes (solution B), la moitié de l'azotate de potasse a été remplacée par du chlorure de potassium, de telle manière que le potassium du chlorure était égal à celui de l'azotate. Dans une autre série (solution C), le chlorure de potassium a été remplacé par du chlorure de calcium en quantité telle que le poids de chlore fût le même. Les plantes cultivées étaient le Maïs de Bade, et le Haricot d'Espagne (*Phaseolus multiflorus*), une Monocotylédonée et une Dicotylédonée, toutes deux d'une végétation rapide. Les solutions étaient à 1, 2 et 4 pour 1000. Voici les conclusions de M. Knop.

A. *Absorptions totales.* — 1. Le Maïs, monocotylédoné, se comporte autrement vis-à-vis des solutions chlorées et non chlorées que le Haricot, dicotylédoné.

Le Maïs réussit mieux dans les solutions privées de chlore, quelle qu'en soit la concentration.

Pour le Haricot, les conditions les plus favorables sont celles du chlorure de calcium, vient ensuite la solution privée de chlore ; la plus défavorable est celle au chlorure de potassium.

2. Quant à la concentration, les plantes, Maïs et Haricot, qui ont végété dans le liquide de 4 à 5 pour 1000, ont donné le plus de matière sèche en temps égaux et à quantités d'eau absorbée égales.

3. On peut considérer comme concentration moyenne favorable 2 pour 1000. Le Haricot vient encore très-bien dans une solution à 1 pour 1000, mais cette liqueur est déjà trop pauvre pour le Maïs. Le Maïs élevé dans cette solution s'est distingué par une dégénérescence du parenchyme de la feuille, tandis que les douze autres, mieux nourris, ne présentaient rien de ces symptômes morbides.

Quand on calcule l'augmentation quotidienne de matière sèche, on trouve que la solution sans chlore, seule, a donné des augmentations de 0,24 à 0,55 grammes, tandis que celles qui renfermaient du chlorure de calcium n'ont donné que 0,12, 0,13 à 0,22 grammes.

4. La formation de matière sèche augmente avec la quantité de liquide nourricier absorbé, celle-ci dépend du développement des racines et des feuilles, organes transpirateurs. L'accroissement s'accélère donc à partir de la germination, mais, sans doute, sans régularité.

5. Quoique les bases et acides minéraux déterminent la formation de matière sèche et n'entrent pas eux-mêmes pour une part essentielle dans cette augmentation, on voit cependant, dans le Maïs, que les plus grandes plantes ont absorbé la plus grande quantité de matière minérale.

Les poids secs des Haricots sont trop peu différents pour qu'ils puissent donner lieu à des considérations de ce genre.

6. Les quantités de matières minérales dans la plante augmentent avec la durée de la végétation.

7. La richesse relative des matières sèches en substances minérales varie dans les plantes différemment nourries.

Pour le Maïs 1 pour 1000, la plus grande plante A (solution sans chlore) a absorbé relativement plus de cendres que la plante C (chlorure de calcium), dont la végétation a été à peu près de la même durée. Mais la plante B (chlorure de potassium), qui a séjourné plus longtemps dans la solution, renferme le plus de cendres. Il en est de même pour celles élevées dans des solutions à 2 pour 1000, mais cette règle se perd pour les Maïs à 4 pour 1000.

Les Haricots n'ont pas donné de résultats de ce genre, parce que les poids secs sont trop voisins, et les durées de végétation, au contraire, trop variables.

8. La chaux a cela de commun avec la potasse, que les plus grandes quantités absolues absorbées coïncident avec les plus grandes quantités de matière sèche.

Aux concentrations de 1 et 2 pour 1000 le Maïs a absorbé le moins de chaux dans la solution au chlorure de calcium. Dans les solutions concentrées à 4 pour 1000, la régularité de l'absorption s'efface ; mais on voit toujours, dans le Maïs et dans le Haricot, que les plantes les plus lourdes renferment le plus de chaux.

9. L'absorption relative de chaux a été plus forte dans les plantes qui avaient produit la plus grande récolte sèche à l'époque de la floraison. Quant à la petite quantité de calcium dans les plantes B, on voit nettement ici que, parallèlement à l'absence de la chaux dans les cendres, il s'est produit très-peu de matière sèche. La chaux paraît donc jouer un rôle essentiel dans la production de la matière sèche.

10. Les absorptions absolues de magnésie offrent deux particularités. D'abord elles sont sans exception plus faibles que celles de la chaux et de la potasse ; mais, tandis que celles-ci dépendent de l'absorption des acides, l'absorption de la magnésie est presque indépendante du degré d'acidité des substances minérales.

11. L'absorption relative de la magnésie est encore plus remarquable. Elle permet de saisir un phénomène qui se présente dans l'absorption de la chaux et qui n'aurait pas été visible dans l'étude de la chaux seule. Pour produire 100 grammes de matière sèche, il faut le même équivalent de chaux quand on remplace la magnésie par une quantité correspondante de chaux et qu'on additionne ce surplus aux quantités relatives de chaux. Ce fait est surtout apparent dans les solutions à 1 pour 1000. On sait que dans un liquide plus concentré on force, pour ainsi dire, la plante à absorber une plus grande quantité de sels ; on efface alors un peu la régularité du phénomène.

12. L'absorption absolue de la potasse est en rapport immédiat avec la production de la matière sèche : sur 10, les solutions A et B, on voit les

plus fortes absorptions de potasse coïncident avec les plus fortes productions de matière sèche. Dans tous les cas, la potasse est la base que le Maïs et le Haricot exigent le plus impérieusement ; la chaux seule concourt avec la potasse, mais cette dernière l'emporte le plus souvent de beaucoup.

En comparant ensemble les absorptions absolues de potasse, on voit immédiatement que le chlorure de potassium a exercé une action dépressive sur l'absorption de la chaux, sans que pour cela la potasse soit venue remplacer la chaux.

13. Les quantités relatives de potasse absorbée sont toujours les mêmes dans des solutions de même richesse, qu'elles renferment d'ailleurs du chlore ou qu'elles n'en renferment pas. Dans les solutions riches la plante absorbe plus de potasse pour former 100 grammes de matière sèche que dans les solutions pauvres ; il en est, sous ce rapport, des quantités relatives comme des quantités absolues.

14. Les absorptions absolues d'acide phosphorique sont en rapport avec celles de la potasse, quelles que soient la composition et la concentration des liquides nourriciers : partout où l'absorption de la potasse augmente beaucoup, celle de l'acide phosphorique suit ce mouvement ascendant. La plante sait prendre des quantités considérables d'acide phosphorique, même dans les solutions les plus étendues, et le plus souvent elle n'en absorbe pas plus dans une liqueur concentrée que dans une solution faible.

15. Les absorptions relatives d'acide phosphorique se comportent naturellement vis-à-vis de la potasse comme l'absorption absolue. Comme les quantités d'acide phosphorique absorbé diffèrent de celles qui correspondraient au phosphate de potasse, il faut croire que cet acide est absorbé encore en combinaison avec une autre base ; vu la manière particulière dont se comporte la magnésie, cette base ne peut être que la chaux. Quelle que soit l'importance de l'acide phosphorique dans la nutrition de la plante, celle de la potasse paraît être plus grande, car le rapport de l'acide à la base dans le phosphate de potasse (1,5 : 1) se trouve renversé dans les substances minérales absorbées par la plante ; le surplus de potasse est fourni dans les solutions nourricières par l'azotate de potasse. Disons encore, pour montrer les rapports entre magnésie, chaux et potasse, que la plante prend l'acide phosphorique sous la forme de phosphate de potasse et de phosphate de chaux.

16. L'absorption absolue d'acide sulfurique est toujours plus faible dans le Maïs et le Haricot que celle de l'acide phosphorique (une seule fois égale).

17. Il en est autrement de l'absorption relative de l'acide sulfurique. Le Maïs exige beaucoup plus d'acide sulfurique que le Haricot pour produire la même quantité de matière sèche. Pour le Maïs, les absorptions relatives sont aussi plus fortes dans les solutions diluées que dans les

solutions concentrées, tandis que le Haricot absorbe relativement plus d'acide sulfurique dans les solutions concentrées.

18. L'absorption absolue du chlore est un peu plus rapide quand on le donne à la plante sous forme de chlorure de calcium que quand on le donne sous forme de chlorure de potassium.

Dans les solutions B et C (1 pour 1000), le chlore peut être épuisé jusqu'à la dernière trace, quand on remplace la solution absorbée par une solution normale sans chlore, ou par de l'eau distillée.

Les essais à 2 et à 4 pour 1000 prouvent en outre que l'absorption du chlore augmente avec la richesse du liquide ; elle augmente également avec la quantité de solution absorbée, car le Maïs, en absorbant 1600^{cc} de liquide à 1 pour 1000, s'est approprié plus de chlore que le Maïs et le Haricot en absorbant 1200^{cc} d'une solution plus concentrée.

19. L'absorption relative du chlore a été plus forte dans le Maïs, monocotylédoné que dans le Haricot, dicotylédoné. En outre, le Maïs a absorbé plus de chlore que dans les solutions faibles, relativement à la matière produite, que dans les solutions concentrées. C'est l'inverse pour le Haricot.

Quant à l'action physiologique du chlore, les auteurs n'ont pas remarqué de préférence pour les solutions renfermant du chlore. M. Nobbe prend le chlore pour un agent favorable, sinon nécessaire à la végétation.

L'étude de l'influence que le chlore exerce sur l'absorption des autres bases et acides conduit au résultat peut-être le plus remarquable de tout ce travail : c'est l'*effet dépressif du chlore sur l'absorption de la chaux ;* cet effet est le plus marqué quand on emploie le chlorure de potassium, il l'est moins avec le chlorure de calcium. La chaux ainsi refusée n'est pas remplacée par la potasse, et, comme l'absorption de la magnésie n'est nullement comparable à celle des deux autres bases, on obtient comme résultat final *une forte augmentation de l'élément acide vis-à-vis de l'élément basique* dans la somme des matières minérales absorbées par la plante.

Comme c'est l'acide phosphorique qui l'emporte de beaucoup parmi les acides, l'acidité proviendra surtout de ce qu'une plus grande partie de cet acide n'est pas saturée dans les plantes qui ont végété dans les solutions chlorées.

Il faut donc admettre qu'un changement si essentiel dans la constitution matérielle des substances minérales exerce une influence physiologique sur l'une au l'autre fonction de la vie végétative. Et, de plus, quand on songe, comme l'a montré M. Arendt, que de toutes les substances minérales, acides et bases, c'est précisément l'acide phosphorique qui présente la plus forte migration des feuilles à travers la tige, jusque dans le fruit, et que cet acide s'y accumule au point de rendre les cendres acides, il n'est pas invraisemblable que l'acidité croissante résultant de l'acide phosphorique libre puisse être favorable au développement du fruit.

En admettant comme exactes les observations d'autres physiologistes qui ont reconnu dans les combinaisons du chlore un agent favorable au développement du fruit, on voit que la véritable cause immédiate est l'augmentation de l'acidité des phosphates, et non pas l'influence des bases, et notamment de la potasse.

L'augmentation de l'acidité par le chlorure de potassium est très-forte, et elle se produit très-régulièrement.

20. Les matières nutritives qui peuvent être absorbées jusqu'à la dernière trace dans une solution nourricière sont : la potasse, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et l'acide azotique.

B. *Les absorptions périodiques.* — La comparaison des besoins de la plante dans les premières et les dernières périodes de sa végétation amène aussi des résultats intéressants.

21. La somme des matières minérales prises dans une période postérieure, alors que la plante est mieux garnie de racines et de feuilles, est plus forte que la somme qui correspond à une période antérieure.

Le Haricot C (2 pour 1000) seul a fait une fois exception à cette règle.

Il est très-remarquable que le chlore et la potasse ne suivent pas cette règle non plus, et que les bases et les acides se comportent très-différemment, comme on va le voir.

22. Les absorptions périodiques de potasse (il ne peut être question que des absorptions absolues, parce qu'il est impossible, dans ces recherches, de déterminer la matière sèche) n'augmentent pas dans les périodes subséquentes, malgré le développement des feuilles et des racines; elles égalent à peine celles des premières, mais le plus souvent elles sont plus faibles.

23. Les absorptions périodiques de chaux augmentent constamment jusqu'à la floraison; l'absorption de la chaux remplace, pour ainsi dire, celle de la potasse dans les dernières périodes.

24. Les absorptions périodiques de magnésie se comportent dans le Maïs comme celles de la chaux.

Dans le Haricot, elles sont presque égales dans les deux périodes initiale et terminale : les différences ne s'expriment qu'en milligrammes; mais, dans la dernière période, les plantes munies d'un système radiculaire et foliaire plus développé absorbent une plus grande quantité de liquide nourricier, et, par conséquent, il y a eu diminution de l'absorption de magnésie; comme il en est de même pour la potasse, on voit que la chaux augmente de valeur pour la nutrition de la plante à mesure que celle-ci vieillit.

25. Les absorptions d'acide phosphorique augmentent constamment jusqu'à la floraison.

26. Les absorptions périodiques de l'acide sulfurique présentent aussi une particularité. Cet acide était donné à toutes les plantes sous forme de

sulfate de magnésie pour 40 d'acide sulfurique ; l'acide donné aux plantes égale donc le double de la base.

Des 10 Maïs qui avaient été mis en expérience, 4 ont absorbé l'acide sulfurique et la magnésie à peu près dans ces mêmes proportions. Mais, dans les Haricots, la plante prend toujours moins d'acide sulfurique que de magnésie.

27. Les absorptions périodiques du chlore sont toujours plus faibles à la fin qu'au commencement, dans le Maïs. Le Haricot se comporte ordinairement de la même manière, mais pas avec la même régularité.

A la fin, M. Knop montre encore combien il est nécessaire, dans ces expériences, d'opérer à la fois avec des liquides différemment concentrés. Quand on étudie la végétation des plantes dans trois solutions d'égale concentration, et que l'on compare ces résultats à ceux qu'on obtient dans les recherches complètes, on peut voir facilement à quelles conclusions erronées auraient conduit des expériences roulant sur des liquides de même concentration.

FIN DU TROISIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.

Reproduction des Ascomycètes. Stylospores et spermaties. Étude morphologique et physiologique, par M. Max. Cornu. 53

Étude sur la formation et le développement de quelques Galles, par M. Ed. Prillieux. 113

Sur la transformation du sucre cristallisable en produits cellulosiques, et sur le rôle probable du sucre dans la végétation, par M. Durin. . . 266

Note sur l'anatomie du *Goodenia ovata*, par M. Julien Vesque. . . . 312

Recherches sur la respiration des racines, par MM. Dehérain et Vesque. 317

Recherches sur la quantité et la répartition de l'eau dans la tige des plantes ligneuses, par M. Geleznow. 344

Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure du bois, par M. J. Vesque. 359

Recherches chimico-physiologiques sur la nutrition des plantes, par MM. Knop et Dworzak. 375

MONOGRAPHIE ET DESCRIPTION DES PLANTES.

Développement du *Scleroderma verrucosum*, par M. Nicolas Sorokine. . 30

Bursella cristallina. Nouveau genre de Myxomycètes, par le même. . . 40

Quelques mots sur le développement de l'*Aphanomyces stellatus*, par le même. 46

Note sur quelques plantes du groupe des Théophrastées, par M. J. Decaisne. 138

Le *Balbiania investiens*. Étude organogénique et physiologique, par M. S. Sirodot. 146

FLORE ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

Florule bryologique des Antilles françaises, par M. Em. Bescherelle. . 175

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE.

Recherches sur la fructification de quelques végétaux provenant des gisements silicifiés d'Autun et de Saint-Etienne, par M. B. Renault. . . 5

Sur une roche d'origine végétale, par MM. Ed. Bureau et J. Poisson. . 372

TABLE DES ARTICLES

PAR NOMS D'AUTEURS.

Bescherelle (Ém.).—Florule bryologique des Antilles françaises. . 175
Bureau (Ed.). — Sur une roche d'origine végétale. 372
Cornu (Maxime). — Reproduction des Ascomycètes. Stylospores et spermaties. Etude morphologique et physiologique. 53
Decaisne (J.). — Note sur quelques plantes du groupe des Théophrastées. 138
Dehérain (P. P.). — Recherches sur la respiration des racines. . . . 317
Durin. — Sur la transformation du sucre cristallisable en produits cellulosiques, et sur le rôle probable du sucre dans la végétation. 266
Dworzak. — Recherches chimico-physiologiques sur la nutrition des plantes. 375
Geleznow (N.). — Recherches sur la quantité et la répartition de l'eau dans la tige des plantes ligneuses. 344
Knop. — Voy. Dworzak.
Poisson (J.). — Voy. Bureau.
Prillieux (Ed.). — Etude sur la formation et le développement de quelques Galles. 113
Renault (B.). — Recherches sur la fructification de quelques végétaux provenant des gisements silicifiés d'Autun et de Saint-Etienne. 5
Sirodot (S.). — Le *Balbiania investiens*. Etude organogénique et physiologique. 146
Sorokine (Nic.). — Développement du *Scleroderma verrucosum*. . . 30
— *Bursella crystallina*. Nouveau genre de Myxomycètes. 40
— Quelques mots sur le développement de l'*Aphanomyces stellatus*. 46
Vesque (J.). — Note sur l'anatomie du *Goodenia ovata*. 312
— Recherches sur la respiration des racines. 317
— Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure du bois. 359

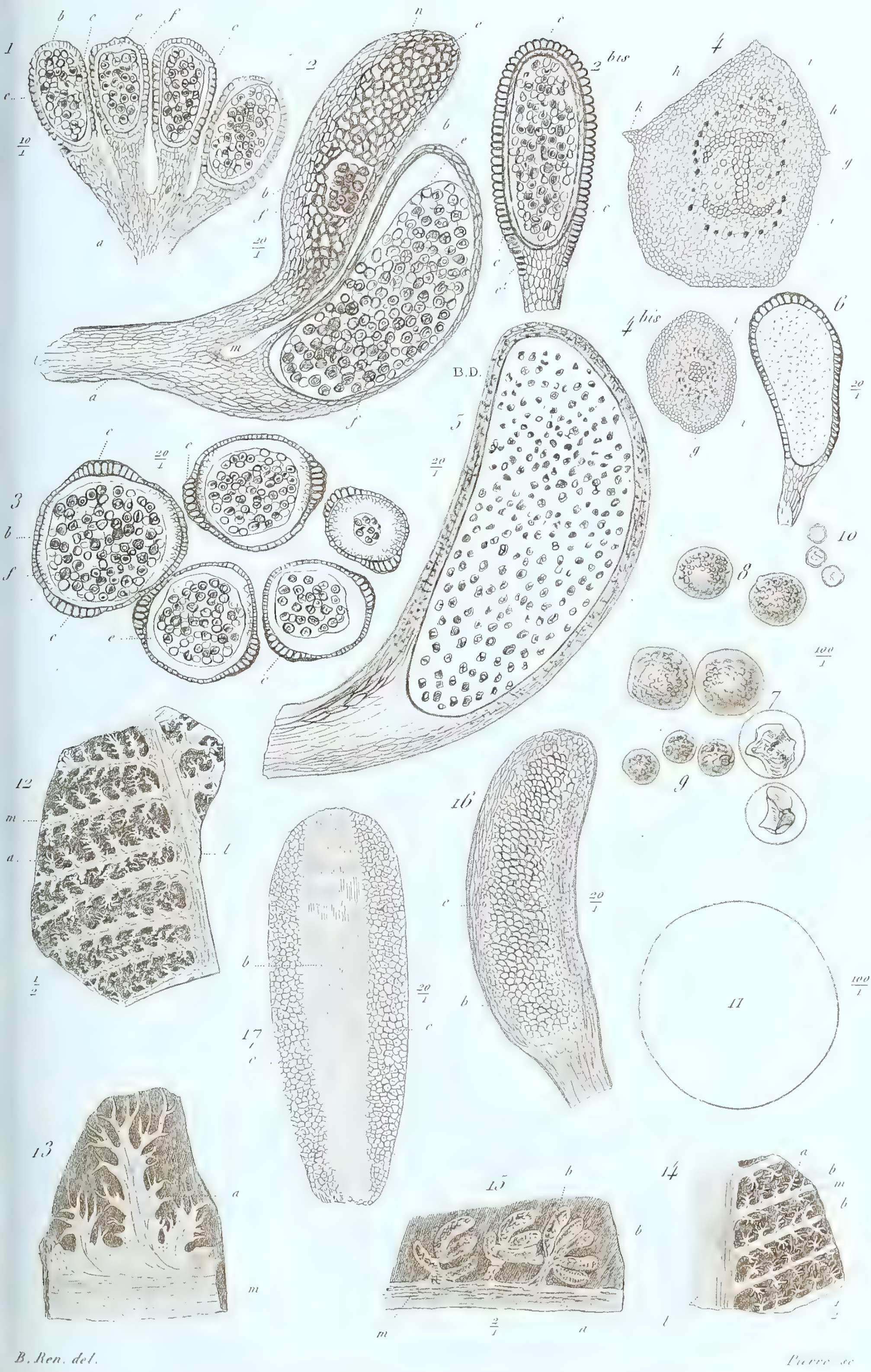
TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

Planche 1. *Zygopteris, Schizopteris, Androphyllum.*
— 2. *Volkmannia gracilis.*
— 3. *Buckmannia Grand'Euryi.*
— 4. *Buckmannia, Volkmannia, Equisetites infundibuliformis.*
— 5, 6. *Scleroderma verrucosum.*
— 7. *Aphanomyces stellatus.*
— 8. *Bursella crystallina.*
— 9. Spermaties des Ascomycètes : morphologie.
— 10. — — germination.
— 11. — — germination et stylospores.
— 12. *Deherainia smaragdina.*
— 13-15. Organisation et développement du *Balbiania.*
— 16, 17, 18. Formation et développement des Galles.
— 19. Anatomie du *Goodenia ovata.*

FIN DES TABLES.

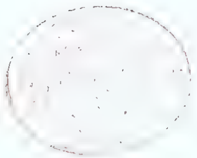
PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

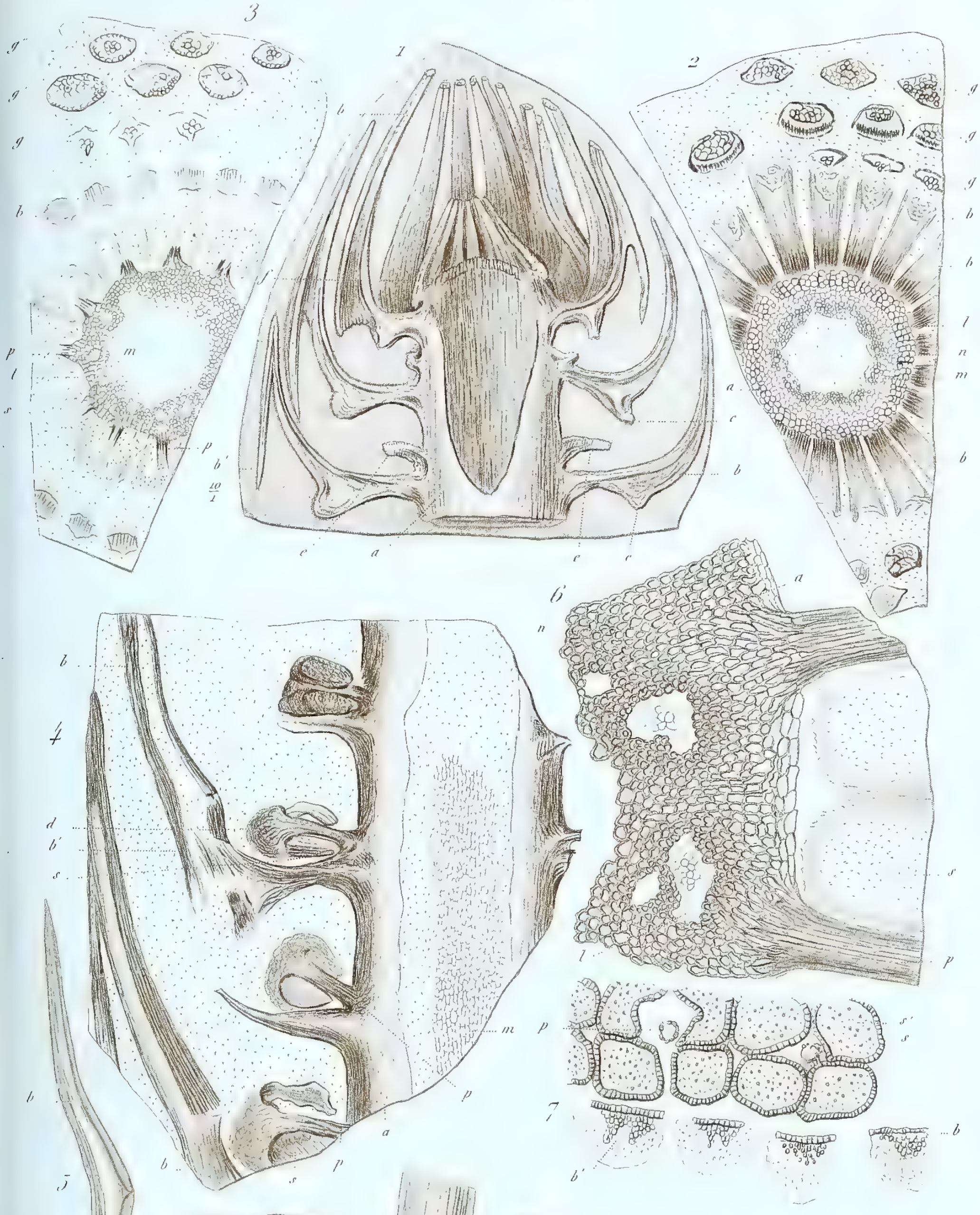

1
b
c
e
f
c
10/1
a
2
n
c
b
e
b
f
20/1
m
a
f
2 bis
c
c
c
c'
4
h
k
h
g
4 bis
g
6
20/1
B.D.
5
20/1
3
20/1
c
b
f
c
e
c
10
8
100/1
7
9
12
m
a
l
1/2
16
c
20/1
b
17
b
20/1
c
c
11
100/1
13
a
m
15
b
b
m
2/1
a
14
a
b
m
b
l
1/2

B. Ren. del.

Pierre sc.

Zygopteris _ Schizopteris _ Androphyllum.

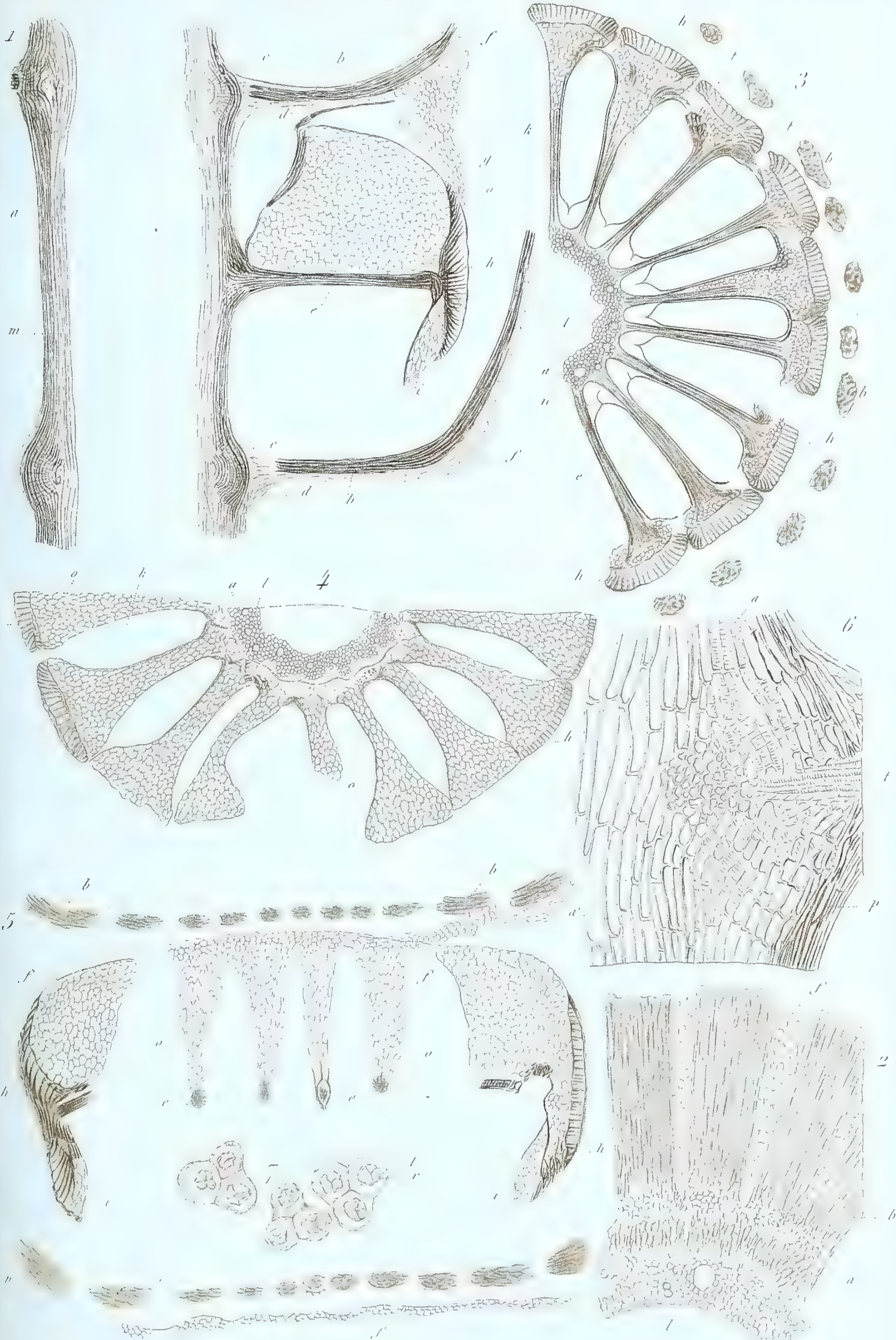



3
g''
g'
g
b
p
m
l
s
p
b'
10/1
1
b
f
c
b
e
a
e
c
2
g'
g'
g
b
b
l
n
m
a
b
4
b
d
b'
s
m
p
a
b
s
p
b
6
a
n
s
l
p
7
p
s'
s
b
b'
5
s
d
b'
s
c
p
s
t
b
b
b'
b'

B. Ren. del. Pierre sc.

Volkmannia gracilis.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

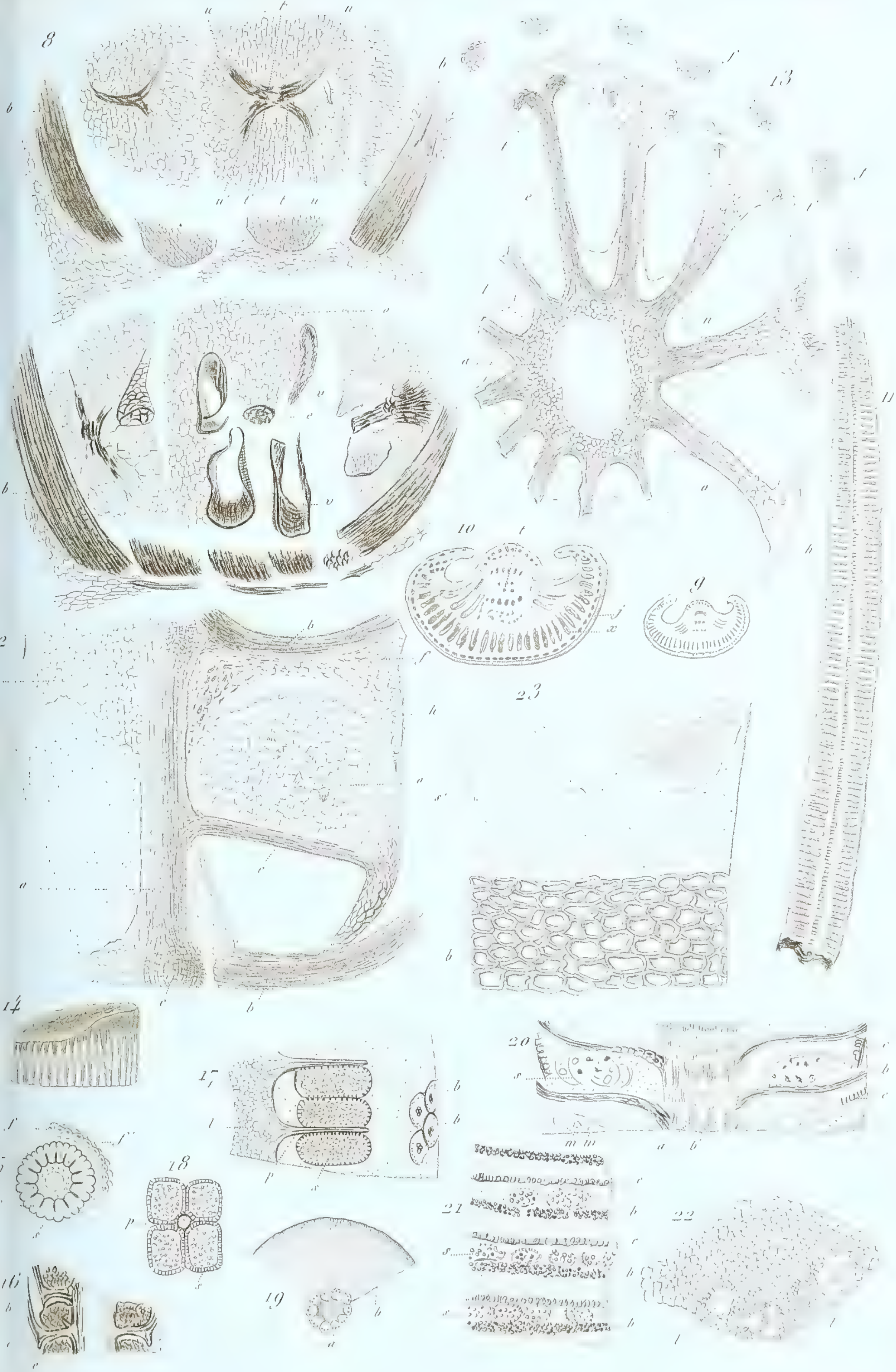

1
a
m
c
b
f
d
k
g
o
h
e
i
3
t
b
l
a
n
4
h
a
t
o
6
t
p
5
b
d'
f
f'
e
i
r
2
b
a
l

B. Ren. del.

Pierre sc

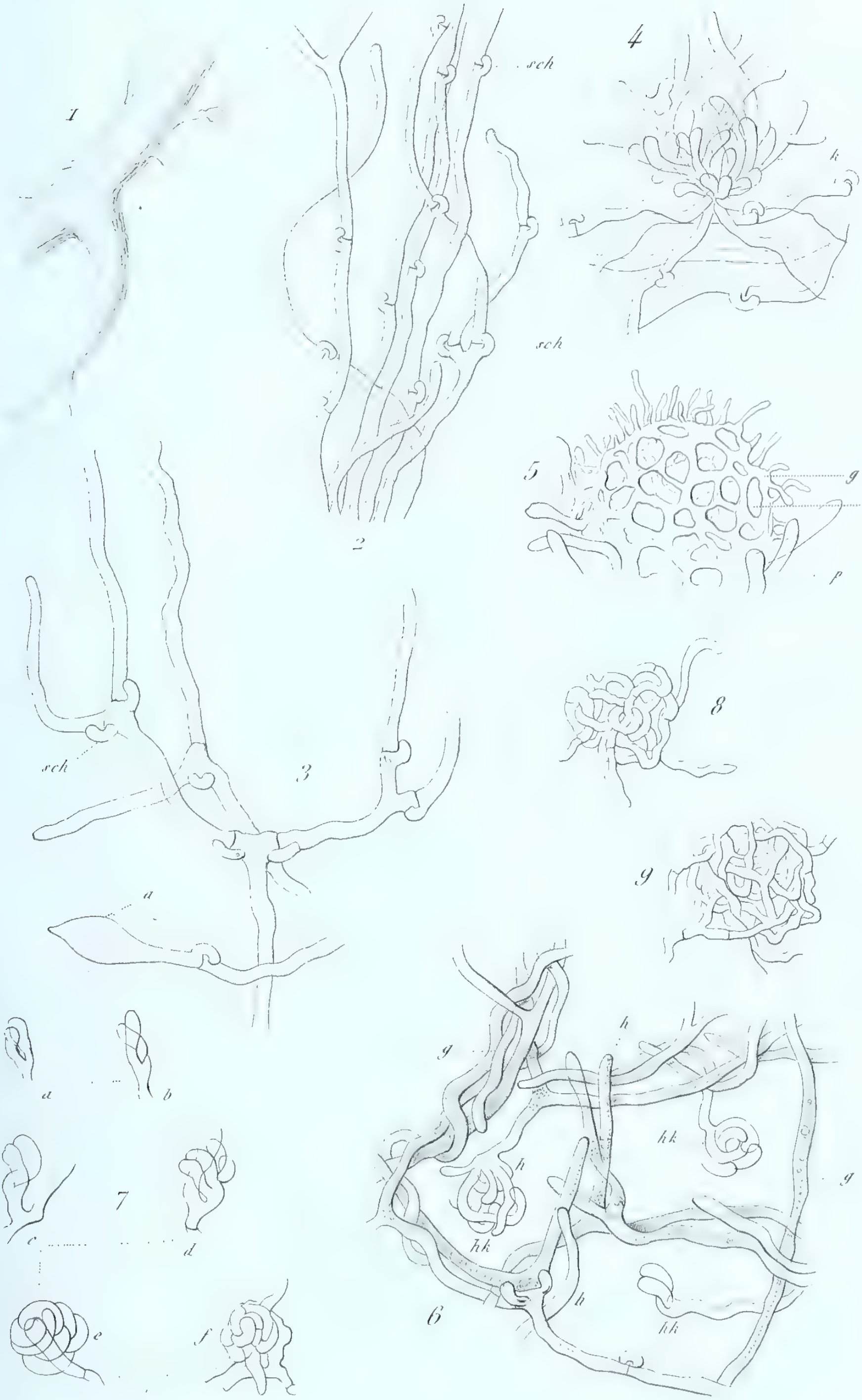
Bruckmannia Grand'Euryi.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


8
13
11
10
9
23
2
14
17
18
19
20
21
22
16
a
b
c
e
f
h
l
m m
n
o
p
s
t
u
v
x

Ren. del.   Pierre sc.

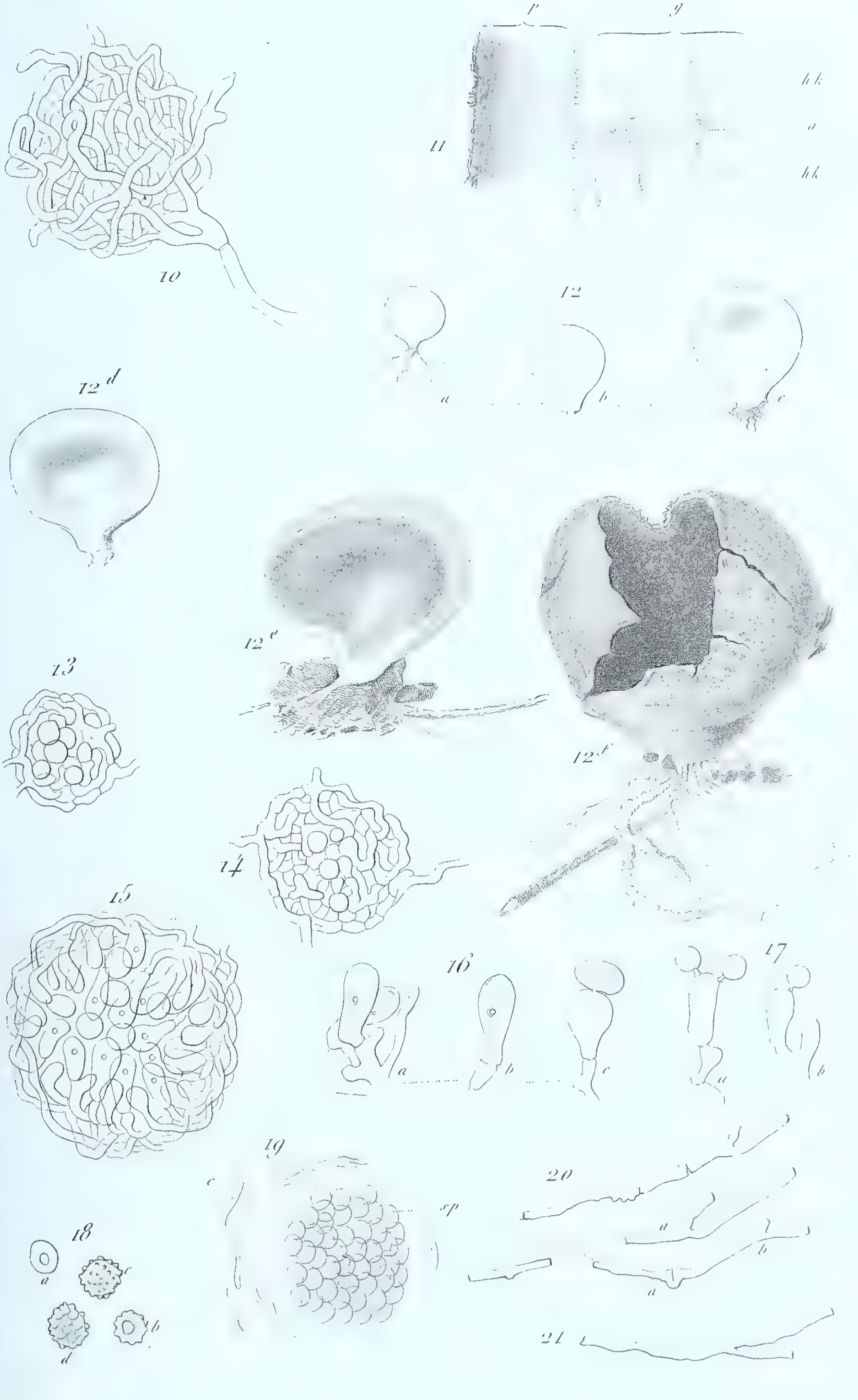
Bruckmannia Grand'Euryi. Volkmannia _ Equisetites infundibuliformis.


1
2
sch
sch
4
k
5
g
h
f
3
sch
a
8
9
g
h
hk
h
hk
g
hk
h
hk
6
a
b
7
c
d
e
f

N. Sorokine del.
Pierre sc.

Scleroderma verrucosum.

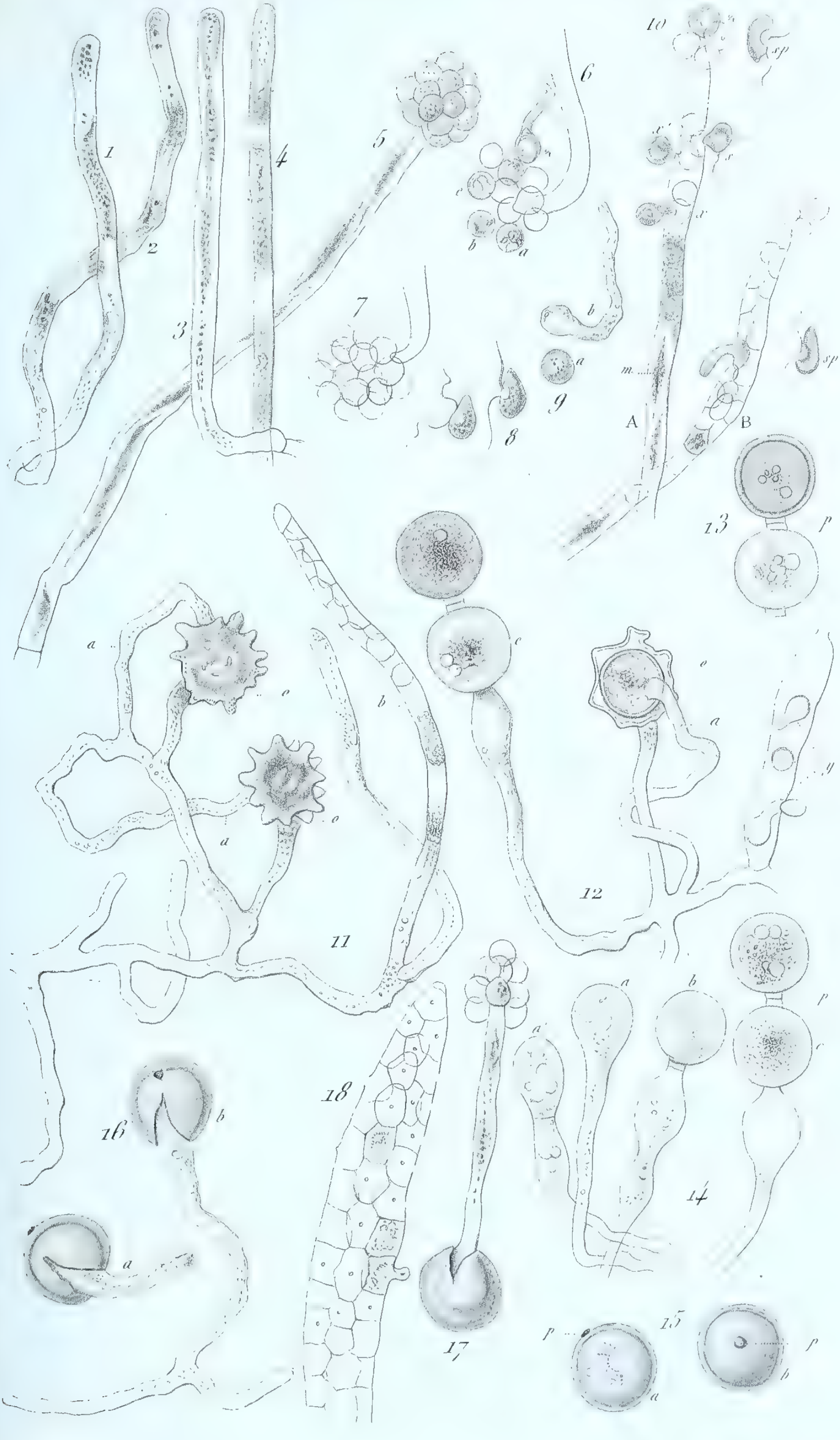
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


p
g
10
11
hk
a
hk
12
a
b
c
12 d
12 e
12 f
13
14
15
16
a
b
c
17
a
b
18
a
b
c
d
19
c
sp
20
a
b
a
21

N. Sorokine del.
Pierre sc.

Scleroderma verrucosum.

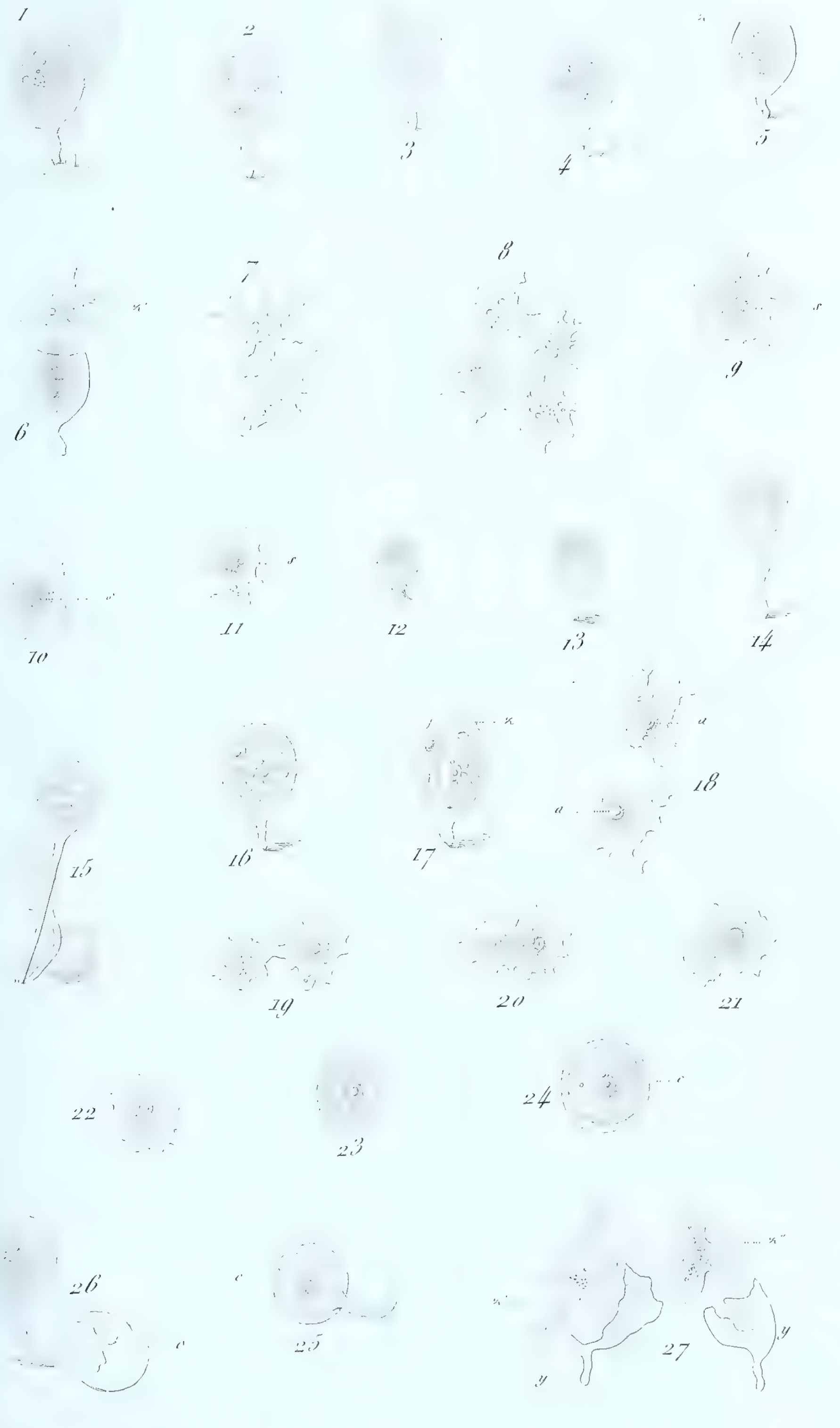
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
a
b
c
e
o
p
x
y
m
sp
A
B

N. Sorokine del.   Pierre sc.

Aphanomyces stellatus.

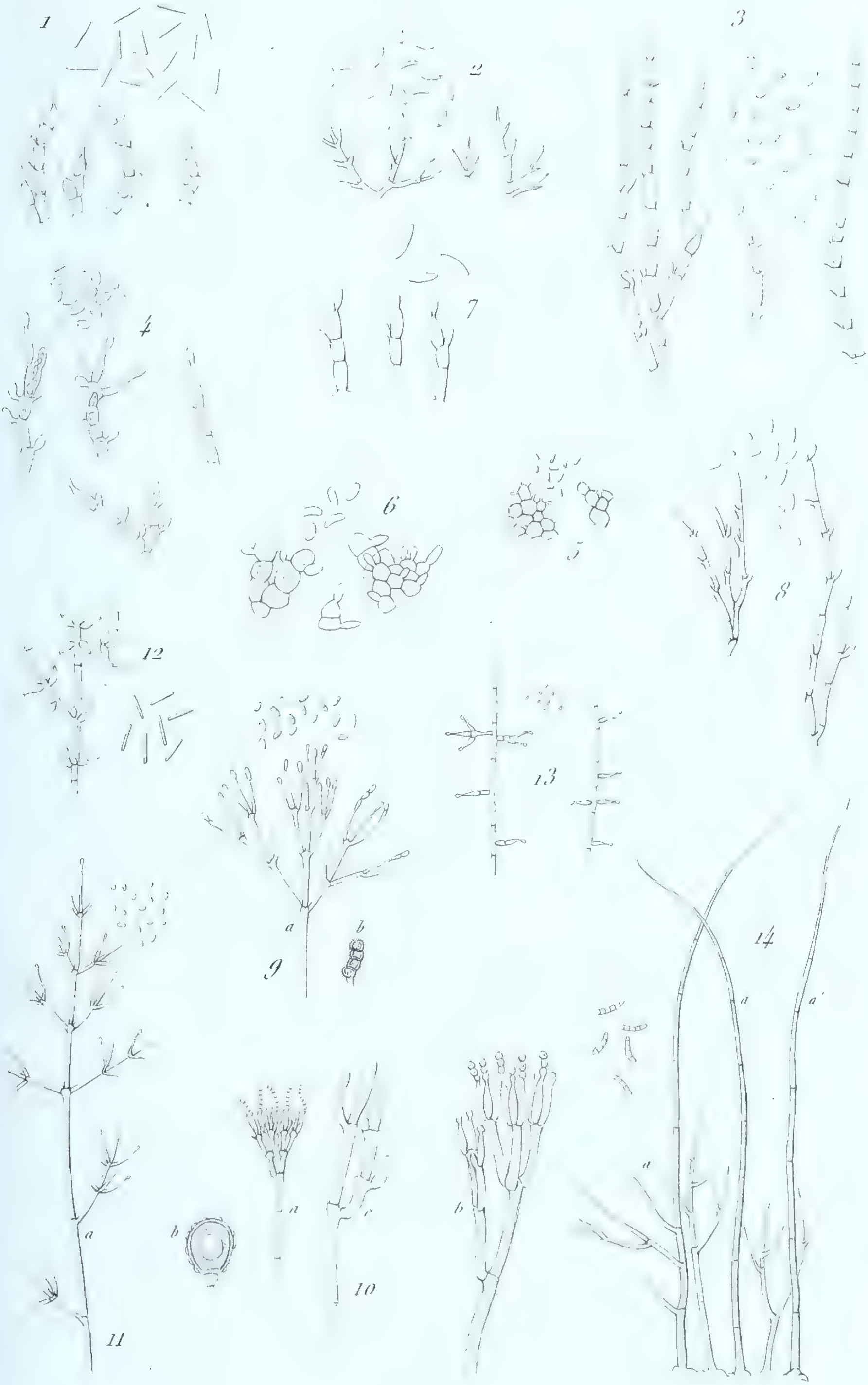
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
2
3
4
5
k
6
k
7
8
9
s
10
11
s
12
13
14
15
16
17
k
18
a
a
19
20
21
22
23
24
c
26
c
25
c
27
k
y
y

N. Sorokine del. Pierre sc.

Bursulla crystallina Sorok.

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15. Paris.

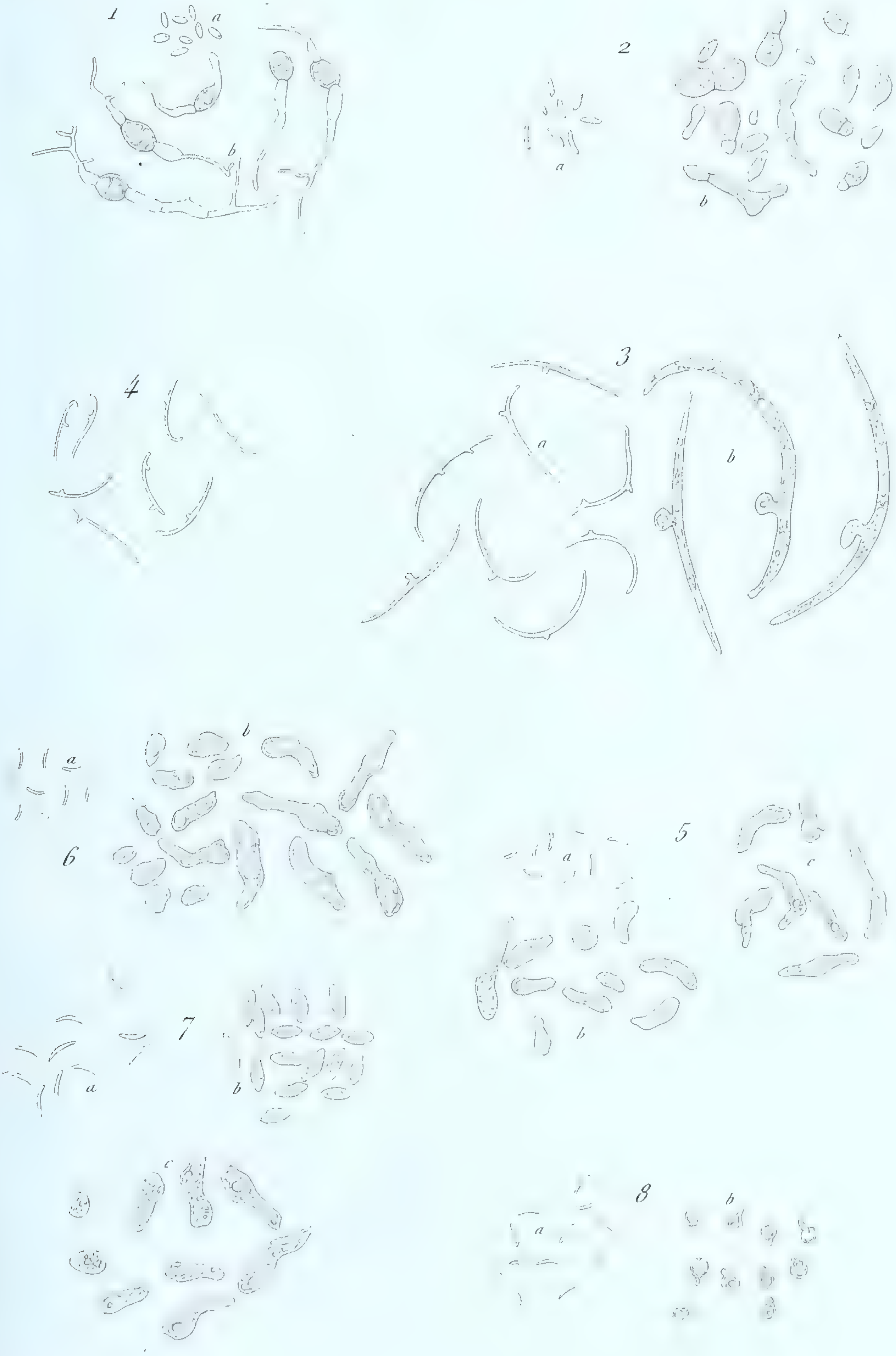

1
2
3
4
7
6
5
8
12
13
9
a
b
14
a
a'
11
a
b
a
10
b
a

axime Cornu del.

Pierre sc.

Spermaties des Ascomycètes (Morphologie)

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

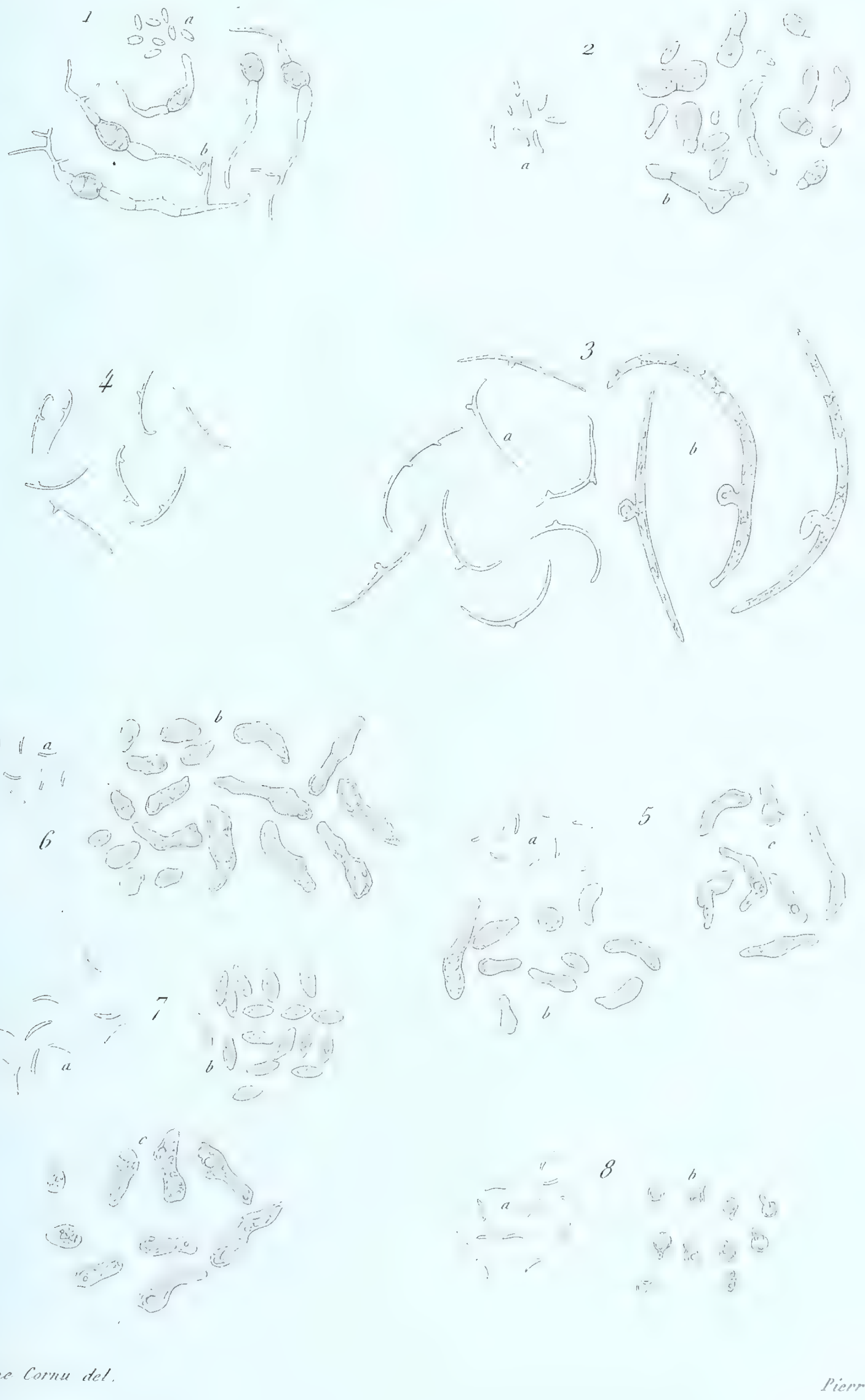

1
a
b
2
a
b
3
a
b
4
6
a
b
5
a
b
c
7
a
b
c
8
a
b

Maxime Cornu del.

Pierre sc.

Spermaties des Ascomycètes (Germination)

Imp. A. Salmon, r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.

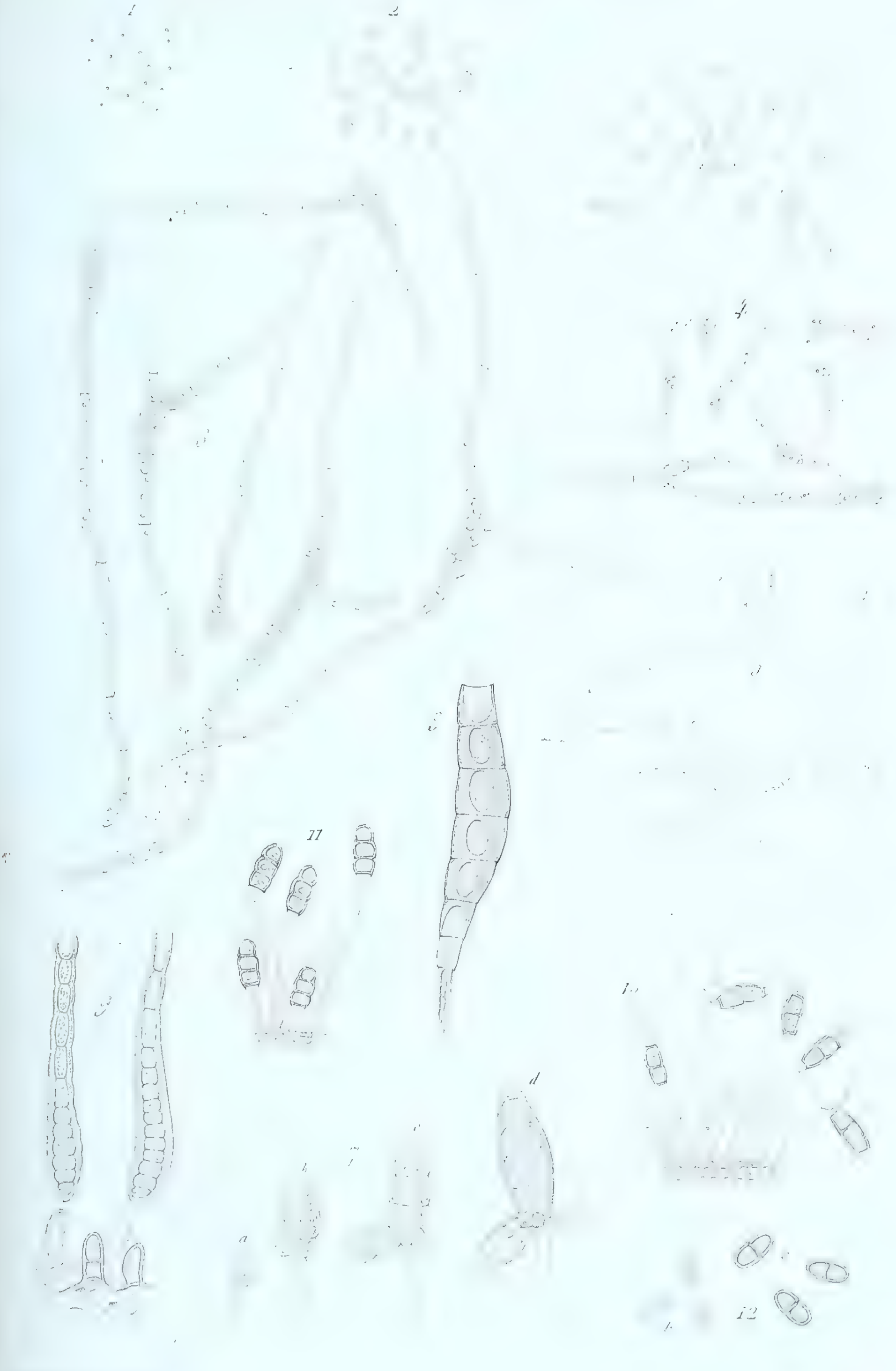

1
a
b
2
a
b
4
3
a
b
a
b
6
5
a
c
b
7
a
b
c
8
a
b

Maxime Cornu del.

Pierre sc.

Spermaties des Ascomycètes (Germination)

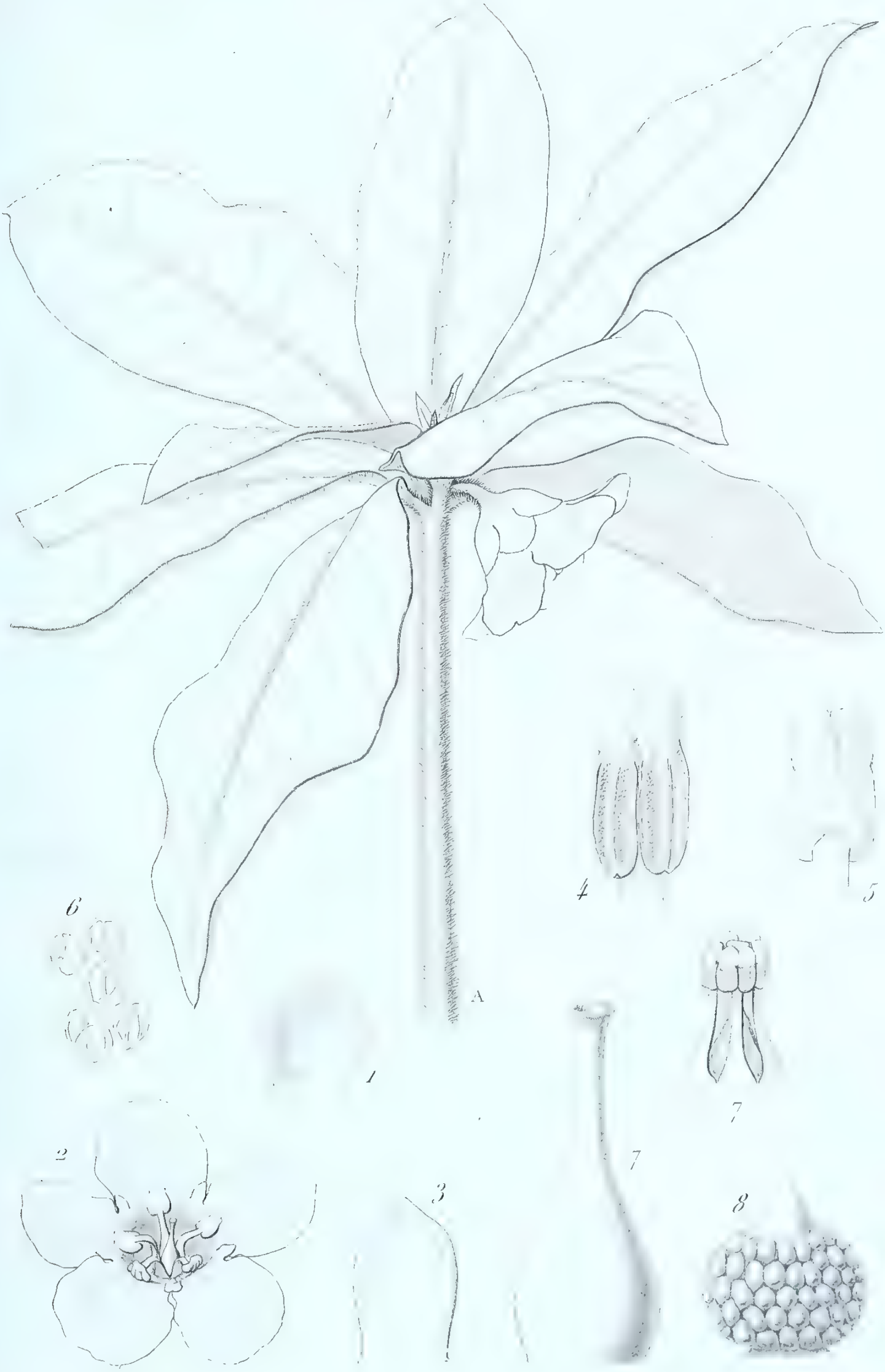
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
2
4
3
8
11
9
10
d
c
b
7
a
12

Maxime Cornu del.
Pierre sc.

1_6 Spermaties des Ascomycètes (Germination)
7_12 Stylospores.

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

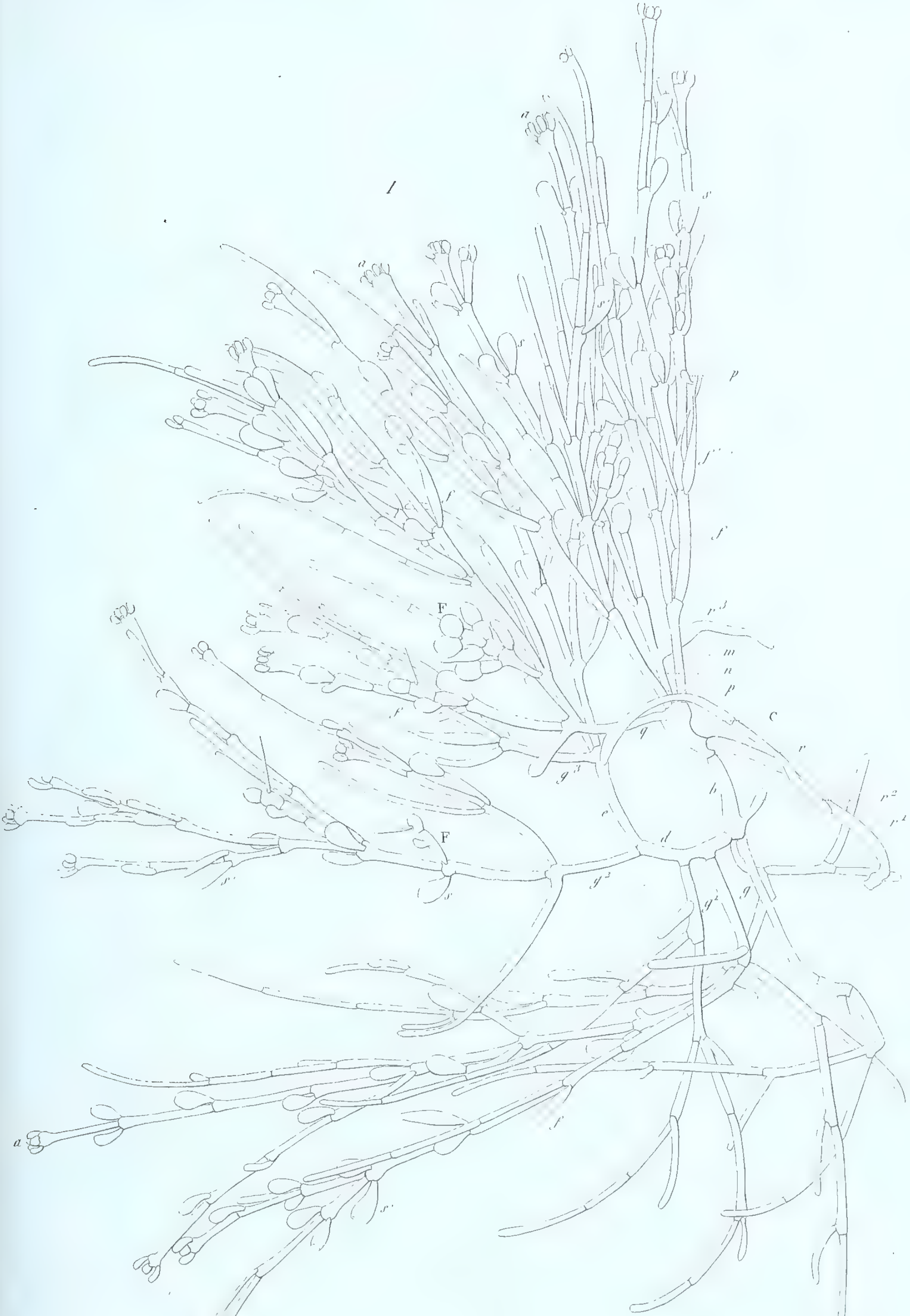


Cuisin d'après Dcne.

Pierre sc.

Deherainia smaragdina Dcne.

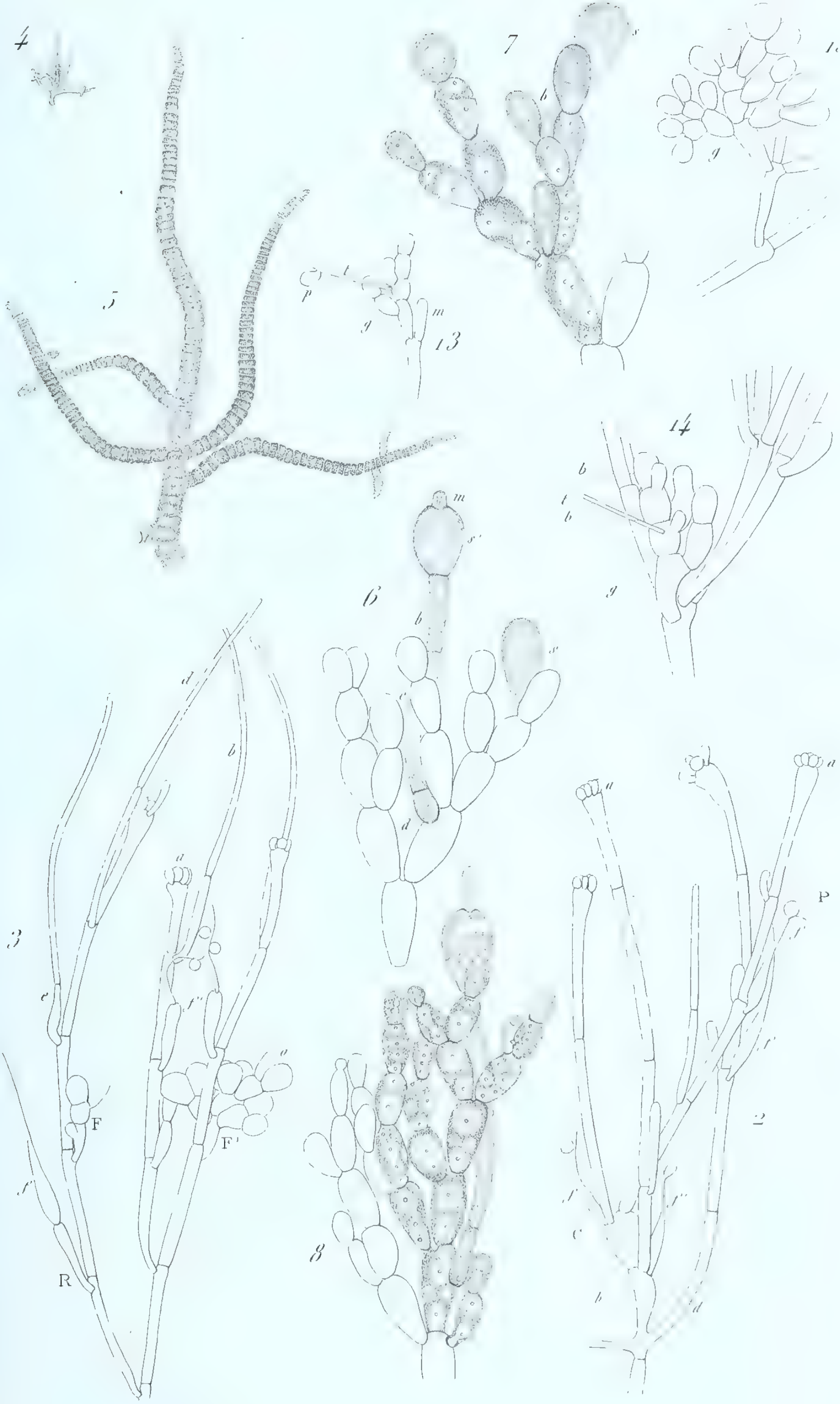
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
a
a
s
s
s
p
f
f
f
F
F
r3
m
n
p
C
r
r2
r1
q
g3
e
h
d
g2
g1
g
s'
s
a
f
s'

S. Sirodot del   Pierre sc

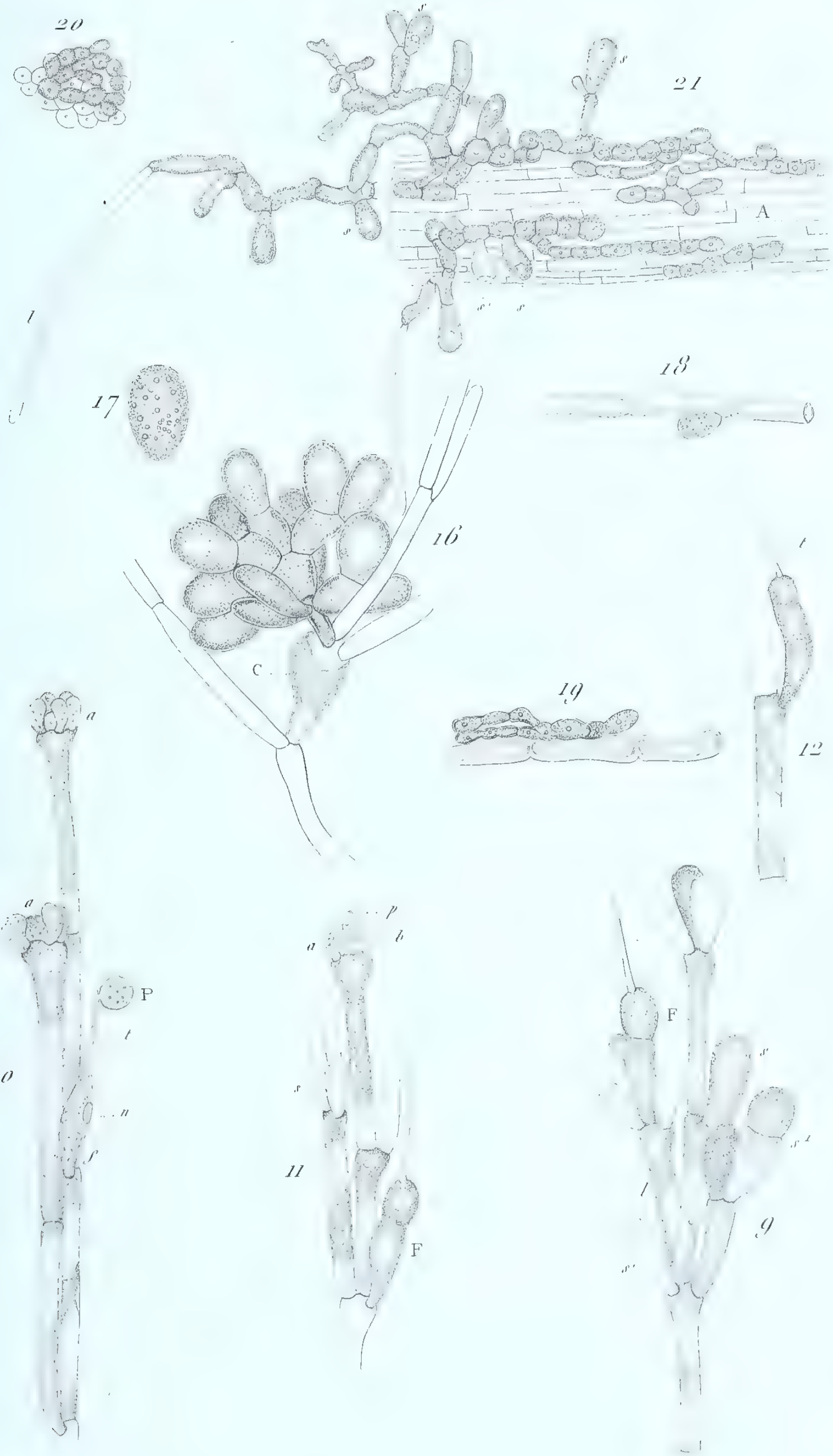
Organisation et développement du Balbiania.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


4
7
15
5
13
14
6
3
8
2
F
F'
R
P
a
b
c
d
e
f
g
m
o
p
s
t

Sirodot del. Pierre sc.

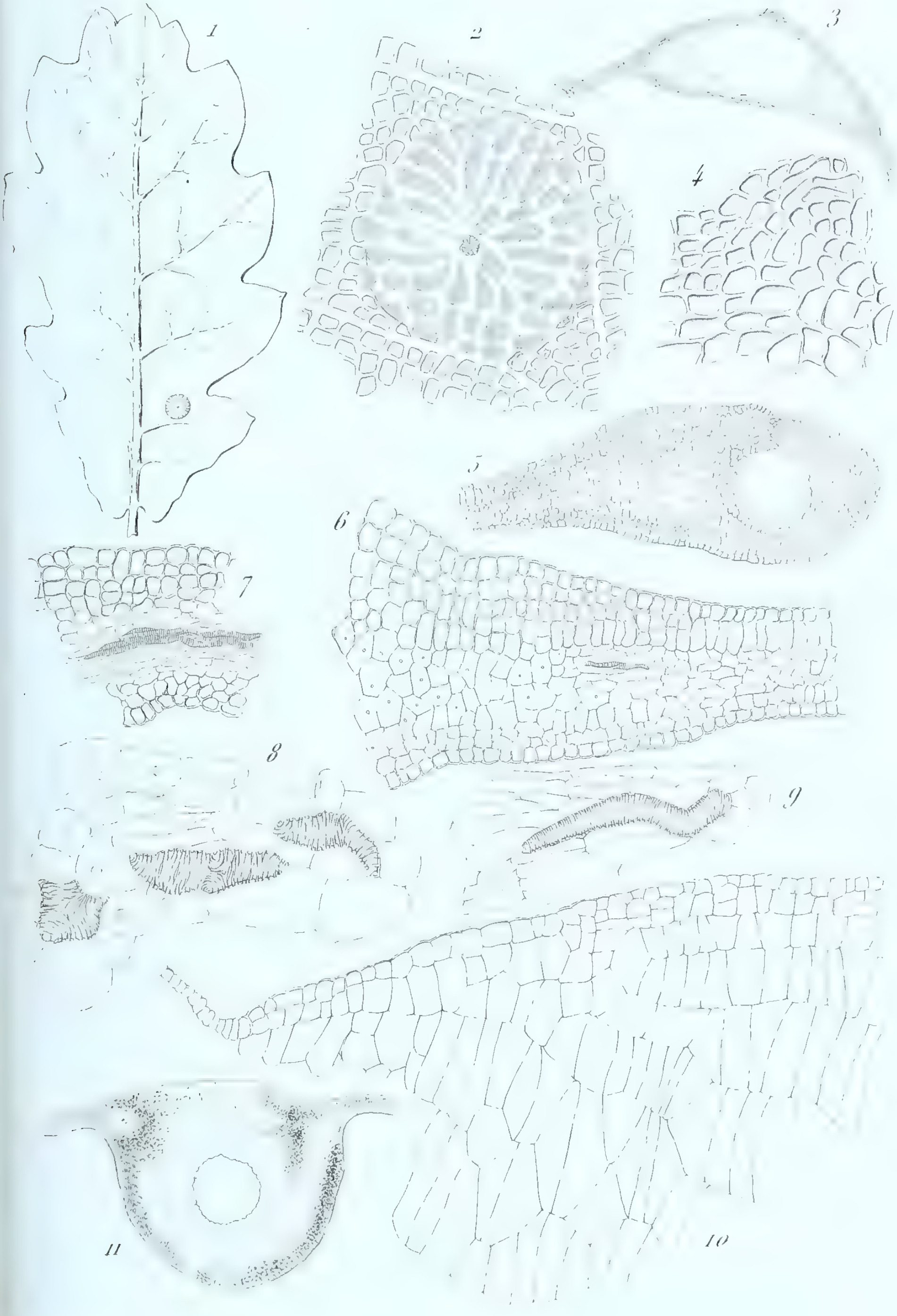
Organisation et développement du Balbiania.


20
21
s
s
s
A
s
s'
s
1
17
18
16
C
19
12
t
a
a
P
t
n
f
10
p
a
b
s
11
F
F
s'
s1
1
9
s'

S. Sirodot del. Pierre sc.

Organisation et développement du Balbiania.

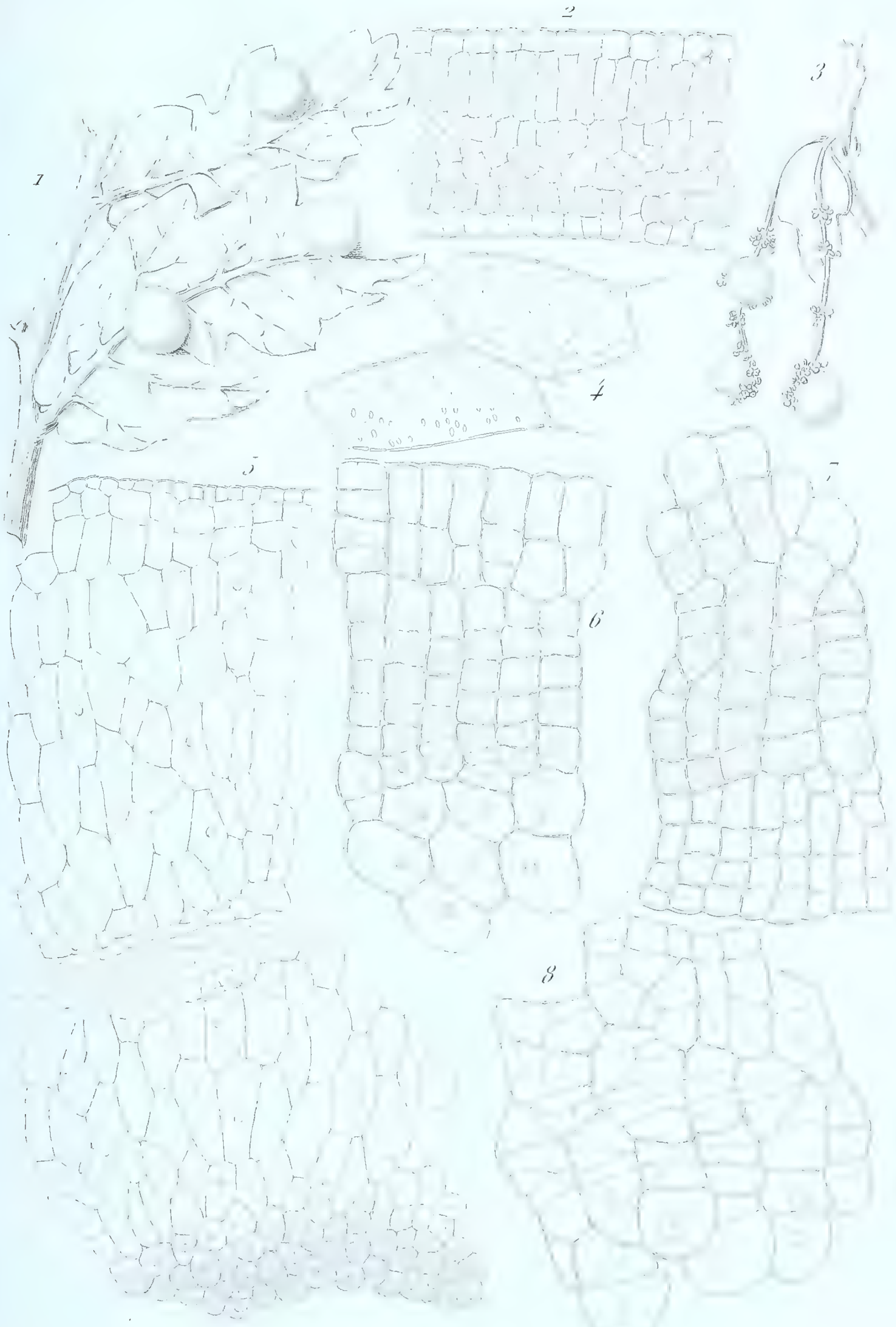
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



E. Prillieux del.
Pierre sc.

Formation et développement des Galles.

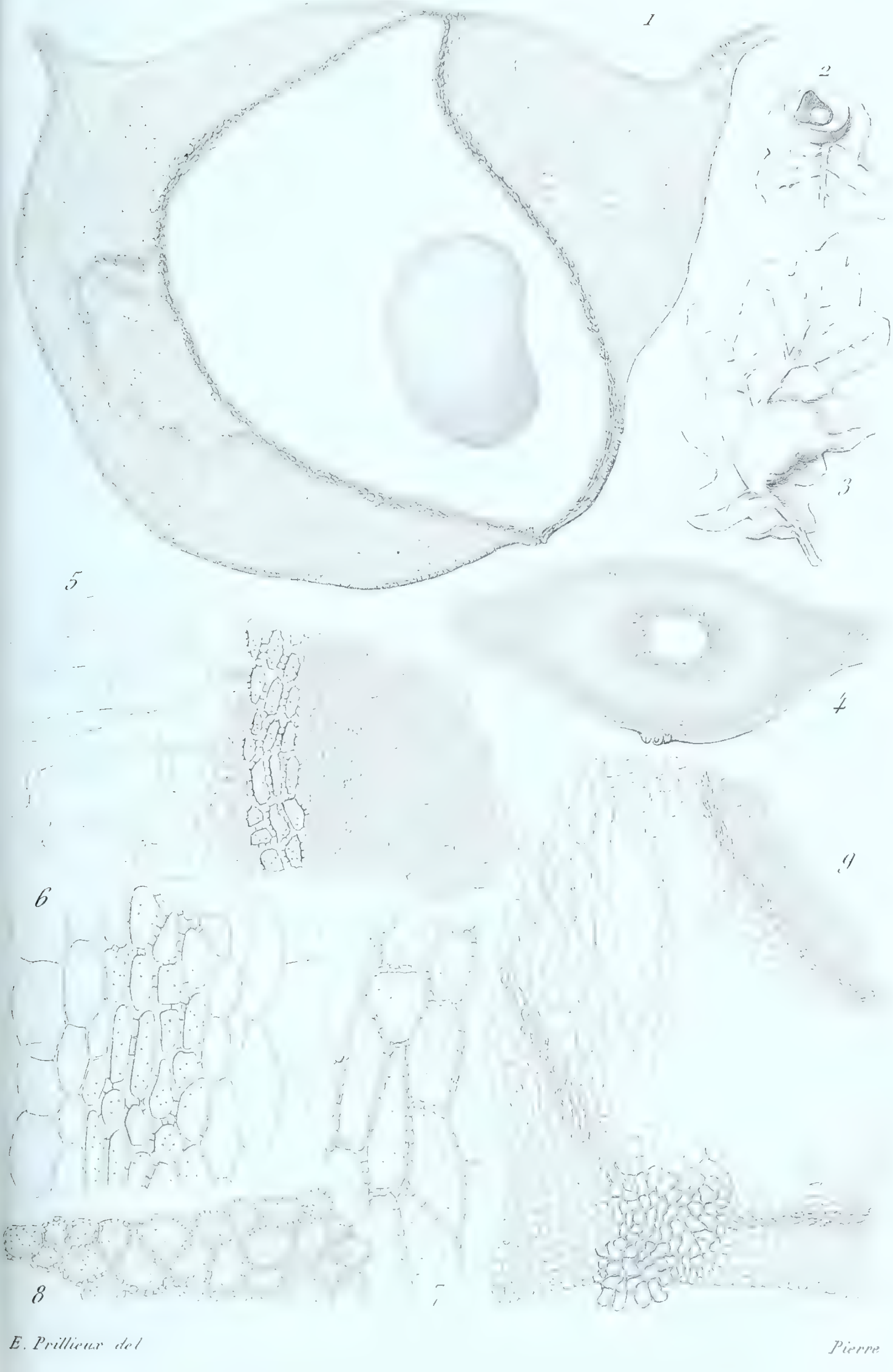
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.



E. Prillieux del. Pierre sc.

Formation et développement des Galles

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

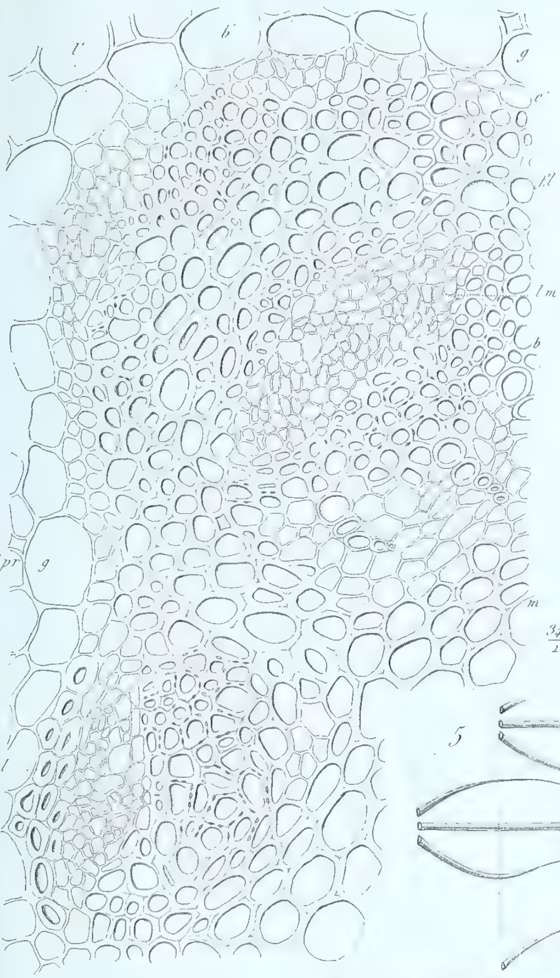


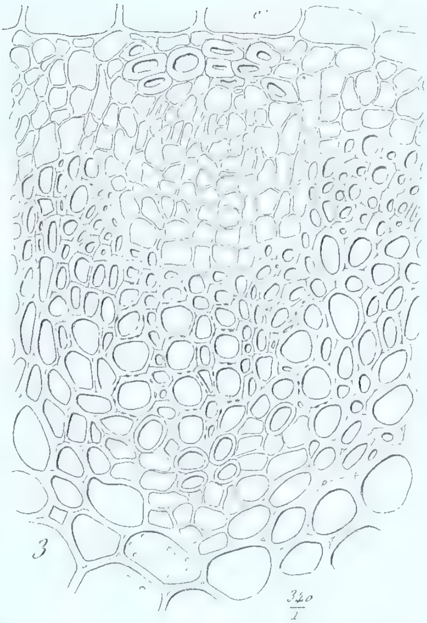
E. Prillieux del. Pierre sc.

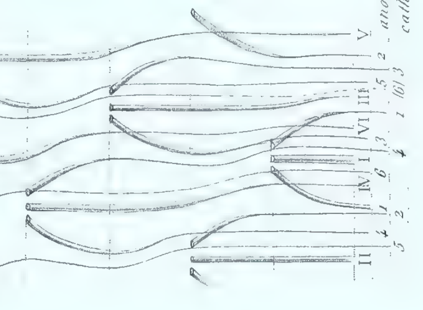
Formation et développement des Galles

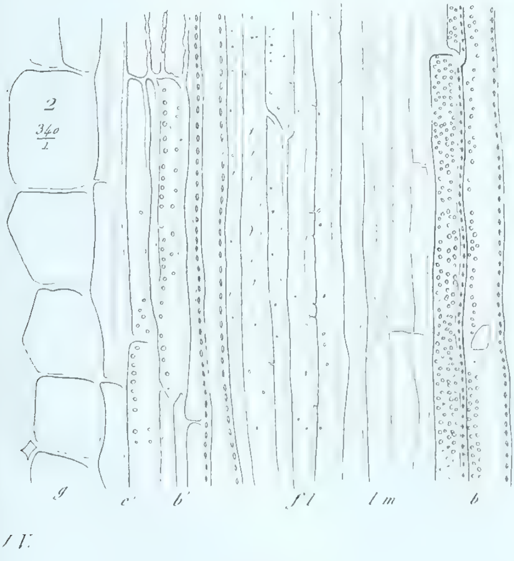
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

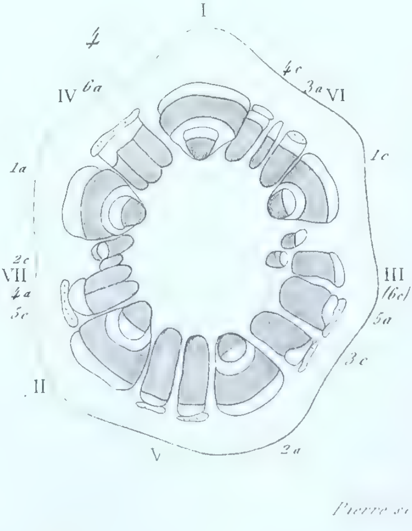
1


l'
b'
g
c'
f.l
l m
b
é.pr
g
m
34o/1
f.l




5
anod.
cathod.
V
2
III
5
3
1
(6)
VI
3
I
4
6
IV
1
2
4
5
II


2
34o/1
g
c'
b'
f.l
l m
b


4
I
IV
6a
4c
3a
VI
1a
1c
2c
VII
4a
5c
III
(6c)
5a
3c
II
V
2a

J.V. Pierre sc.

Anatomie de la tige du Goodenia ovata.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade 15 Paris